

Aus dem Medizinischen Zentrum für Augenheilkunde der Philipps-Universität
Marburg

Geschäftsführender Direktor: Prof. Dr. med. Peter Kroll

**Vergleichende Untersuchung zur Chirurgie der rhegmatogenen
Netzhautablösung mit Plombenoperation
oder
der Pars – Plana – Vitrektomie**

Inaugural- Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der gesamten Medizin aus
dem Fachbereich Humanmedizin der Philipps- Universität Marburg

Vorgelegt von
Anne Katherina Tennie
aus Wuppertal

Marburg 2003

Meinen Eltern gewidmet

Angenommen vom Fachbereich Humanmedizin der Philipps- Universität Marburg am
4.12.2003 .

Gedruckt mit Genehmigung des Fachbereichs.

Dekan: Prof. Dr. med Bernard Maisch

Referent: Prof. Dr. med Peter Kroll

Koreferent: Prof. Dr. med Strempel

1. Fragestellung.....	10
2. Einleitung	13
2.1 Anatomie	13
2.1.1 Anatomie der Netzhaut.....	13
2.1.2 Anatomie des Glaskörpers.....	14
2.1.3 Anatomie der Sklera	15
2.2 Pathologie und klinisches Bild der Netzhautablösung	15
2.2.1 Definition.....	15
2.2.2 Pathomechanismus	16
2.2.3 Rhegmatogene Ablatio	16
2.2.4 Sekundäre Ablationes	16
2.2.5 Klinik der Netzhautablösung.....	17
2.2.6 Untersuchungsbefund	17
2.3 Morbidität und Risikofaktoren	18
2.3.1 Inzidenz	18
2.3.2 Risikofaktoren.....	18
2.3.2.1 Hintere Glaskörperabhebung.....	18
2.3.2.2 Myopie.....	19
2.3.2.3 Aphakie.....	20
2.3.2.4 Pseudophakie	20
2.3.2.5 Trauma.....	21
2.4 Klassifikation und Lokalisation von Netzhautdefekten.....	21
2.4.1 Hufeisenforamen.....	22
2.4.2 Rundlöcher.....	22
2.4.3 Orariss.....	22
2.4.4 Riesenriss.....	23
2.5 Proliferative Vitreoretinopathie (PVR).....	23
2.5.1 Definition und klinisches Bild.....	23
2.5.2 Pathogenese	23
2.5.3 Häufigkeit und Risikofaktoren	24
2.5.4 PVR- Klassifikation.....	25
2.6 Differentialdiagnose der Netzhautablösung	26
2.6.1 Exsudative Ablatio	26

2.6.2 Bösartige Tumore	27
2.6.3 Entzündliche Erkrankungen.....	27
2.6.4 Aderhautamotio	27
2.6.5 Retinoschisis	27
2.7 Operationstechniken	28
2.7.1 Geschichtlicher Überblick	28
2.7.1.1 Geschichte der episkleralen Plombentechnik	28
2.7.1.2 Geschichte der Glaskörperchirurgie	29
2.7.2 Technik der Plombenoperation.....	30
2.7.2.1 Cerclage	31
2.7.2.2 Chirurgische Resultate.....	31
2.7.3 Komplikationen	32
2.7.3.1 Hypotonie / Hypertonie	32
2.7.3.2 Infektion.....	32
2.7.3.3 Extrusion.....	33
2.7.3.4 Aderhautamotio	33
2.7.3.5 Motilitäts- und Refraktionsstörungen.....	33
2.7.4 Technik der Pars- Plana- Vitrektomie	34
2.7.5 Indikation.....	35
2.7.6 Chirurgische Resultate.....	36
2.7.7 Komplikationen	36
2.7.7.1 Kataraktentstehung	36
2.7.7.2 Glaukom oder Hypotonie	37
2.7.7.3 PVR- Entstehung	37
2.7.7.4 Bildung neuer NH- Löcher / Reablatio.....	37
2.7.4 Koagulationsarten.....	38
2.7.4.1 Kryokoagulation	38
2.7.4.2 Laser	38
3. Material und Methode	39
3.1 Analyse der Daten.....	39
3.2 Patienten	39
3.3 Operationsmethode	40
3.4 Postoperativer Verlauf und Kontrollen.....	40

3.5 Statistik	41
3.6 Patientengruppen	41
4. Ergebnisse	42
4.1 Ergebnisse aller Patienten mit rhegmatogener Ablatio retinae.....	42
4.1.1 Demographische Daten.....	42
4.1.1.1 Alter und Geschlecht	43
4.1.1.2 Beobachtungszeitraum und Kontrollen	43
4.1.1.3 Symptombdauer	44
4.1.1.4 Ophthalmologische Vorerkrankungen.....	44
4.1.1.5 Linsenstatus	44
4.1.2 Netzhautbefund bei rhegmatogener Ablatio	44
4.1.2.1 Ausdehnung der Amotio.....	45
4.1.2.2 Lochformen	46
4.1.2.3 PVR	47
4.1.3 Operationsart.....	47
4.1.4 Anatomische und funktionelle Ergebnisse bei rhegmatogener Ablatio	49
4.1.4.1 Präoperativer Visus.....	49
4.1.4.2 Postoperativer Visus	50
4.1.4.3 Wiederanlage	51
4.1.4.4 Intraoperative Komplikationen.....	52
4.1.4.5 Anzahl Operationen	52
4.1.4.6 Indikation für erneuten vitreoretinale Eingriff	53
4.1.4.7 Intraokulares Druckverhalten	54
4.1.4.8 Linsenstatus	55
4.1.4.9 Gründe für Mißerfolge.....	56
4.2 Ergebnisse bei Netzhautablösung bei phaken Augen	57
4.2.1 Demographische Daten.....	57
4.2.1.1 Alter und Geschlecht	58
4.2.1.2 Beobachtungszeitraum und Kontrollen	58
4.2.1.3 Symptombdauer	58
4.2.1.4 Ophthalmologische Vorerkrankungen.....	58
4.2.2 Präoperativer Netzhautbefund der phaken Augen.....	59
4.2.2.1 Ausdehnung der Amotio.....	59

4.2.2.2 Lochformen	60
4.2.2.3 Präoperative PVR	60
4.2.3 Operationsmethode	61
4.2.4 Anatomische und funktionelle Ergebnisse der phaken Augen	61
4.2.4.1 Präoperativer Visus	61
4.2.4.2 Postoperativer Visus	62
4.2.4.3 Wiederanlage	63
4.2.4.4 Intraoperative Komplikationen	64
4.2.4.5 Anzahl Operationen	65
4.2.4.6 Indikation für erneuten vitreoretinalen Eingriff	66
4.2.4.7 Intraokulares Druckverhalten	66
4.2.4.8 Linsenstatus der vitrektomierten Augen	67
4.2.5 Ergebnisse bei präoperativer PVR	67
4.2.5.1 keine PVR präoperativ	69
4.2.5.2 PVR A/B	69
4.2.5.3 PVR C1-C3	69
4.2.5.4 PVR D1-D3	70
4.3 Ergebnisse der Augen mit posttraumatischer Ablatio retinae	71
4.3.1 Demographische Daten	71
4.3.1.1 Alter und Geschlecht	71
4.3.1.2 Ophthalmologische Vorerkrankungen	71
4.3.1.3 Beobachtungszeitraum und Kontrollen	71
4.3.2 Präoperativer Netzhautbefund bei traumatischer Ablatio	72
4.3.2.1 Ausdehnung der Ablatio	72
4.3.2.2 Lochformen	72
4.3.2.3 PVR	73
4.3.3 Operationsmethode	74
4.3.4 Anatomische und funktionelle Ergebnisse bei posttraumatischer Ablatio	74
4.3.4.1 Präoperativer Visus	74
4.3.4.2 Postoperativer Visus	75
4.3.4.3 Wiederanlegerate	77
4.3.4.4 Intraoperative Komplikationen	77
4.3.4.5 Anzahl Operationen	78
4.3.4.6 Indikation für einen zweiten vitreoretinalen Eingriff	79

4.3.4.6 Intraokulares Druckverhalten	79
4.3.4.7 Linsenstatus	79
4.4 Ergebnisse der Augen mit Pseudophakie / Aphakie.....	81
4.4.1 Demographische Daten.....	81
4.4.1.1 Alter und Geschlecht	81
4.4.1.2 Beobachtungszeitraum und Kontrollen	81
4.4.1.3 Symptombdauer	81
4.4.1.4 Ophthalmologische Vorerkrankungen.....	82
4.4.2 Präoperativer Netzhautbefund	83
4.4.2.1 Ausdehnung der Amotio.....	83
4.4.2.2 Lochformen	83
4.4.2.3 PVR	83
4.4.3 Operationsmethode	84
4.4.4 Anatomische und funktionelle Ergebnisse nach Aphakie/ Pseudophakieablatio	85
4.4.4.1 Präoperativer Visus.....	85
4.4.4.2 Postoperativer Visus	86
4.4.4.3 Wiederanlage	87
4.4.4.4 Intraoperative Komplikationen.....	88
4.4.4.5 Anzahl Operationen.....	88
4.4.4.6 Indikation für erneuten vitreoretinalen Eingriff	89
4.4.4.7 Intraokulares Druckverhalten	90
5. Diskussion.....	91
5.1 Vorbemerkungen	91
5.2 Ergebnisse.....	91
5.2.1 Anatomische Ergebnisse aller Augen.....	92
5.2.2 Anatomische Ergebnisse der Untergruppen	94
5.2.3 Funktionelle Resultate aller Augen	96
5.2.4 Vergleich der funktionellen Resultate der Untergruppen.....	98
5.2.5 Reoperationen der Gesamtgruppe	100
5.2.6 Reoperationen in den Untergruppen.....	100
5.2.7 Indikation zur ersten Reoperation.....	101
5.2.8 Intraoperative Komplikationen.....	103

5.2.9 Postoperative Komplikationen	105
5.3 Zusammenfassung	106
6. Schlussfolgerung.....	108
Abkürzungsverzeichnis.....	110
Literaturverzeichnis	111

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: PVR-Stadien nach der Retinal Society Classification 1983	26
Tabelle 2: Ausgangsdaten der Patienten mit rhegmatogener NHA.....	42
Tabelle 3: Präoperativer Netzhautbefund aller Augen	45
Tabelle 4: Verwendete Operationsmethode bei rhegmatogener NHA	48
Tabelle 5: Anatomische und funktionelle Ergebnisse bei rhegmatogener NHA.....	49
Tabelle 6: Komplikationen nach vitreoretinalem Eingriff bei NHA	52
Tabelle 7: Art der ersten Reoperation nach Plombe / PPV	53
Tabelle 8: Anzahl und Indikation bei Reoperation.....	54
Tabelle 9: Ausgangsdaten der Augen mit dauerhaftem Mißerfolg	56
Tabelle 10: Ausgangsdaten der Augen mit rhegmatogener Netzhautablösung.....	57
Tabelle 11: Präoperativer Netzhautbefund der phaken Augen.....	59
Tabelle 12: verwendete Operationsverfahren bei phaken Augen.....	61
Tabelle 13: Funktionelle und anatomische Ergebnisse der phaken Augen	62
Tabelle 14: Komplikationen nach vitreoretinalem Eingriff bei phaken Augen	64
Tabelle 15: Art der ersten Reoperation bei phaken Augen.....	65
Tabelle 16: Anzahl und Indikation für erneuten vitreoretinalen Eingriff bei phaken Augen.....	66
Tabelle 17: Anatomische und funktionelle Ergebnisse nach PVR-Stadium	68
Tabelle 18: Ausgangsdaten der Patienten mit Trauma	72
Tabelle 19: präoperativer Netzhautbefund der Augen mit Trauma.....	73
Tabelle 20: Op- Methode bei NHA nach Trauma	74
Tabelle 21: Funktionelle und anatomische Ergebnisse bei posttraumatischer NHA ..	76
Tabelle 22: Komplikationen nach posttraumatischer Ablatio retinae	78
Tabelle 23: Art der ersten Reoperation nach posttraumatischer Ablatio.....	78
Tabelle 24: Anzahl und Indikation für Reoperationen bei posttraumatischer Ablatio	79
Tabelle 25: Ausgangsdaten der Patienten mit Pseudophakie/Aphakie- Amotio	82
Tabelle 26: präoperativer Netzhautbefund bei Pseudophakie-/Aphakieamotio	84
Tabelle 27: Verwendete Operationsmethode bei Pseudophakie-/Aphakieamotio	85
Tabelle 28: Anatomische u. funktionelle Ergebnisse bei Pseudophakie-/Aphakie- Amotio	86
Tabelle 29: Komplikationen nach vitreoretinalem Eingriff bei Pseudo- Aphakie- Amotio	88

Tabelle 30: Art der ersten Reoperation bei Pseudophakie/Aphakie- Ablatio	89
Tabelle 31: Anzahl und Indikation der ersten Reoperation bei Pseudo-/Aphakie.....	89
Tabelle 32: Anatomische Erfolgsraten anderer Autoren	94
Tabelle 33: Wiederanlage der Netzhaut in den Untergruppen	96
Tabelle 34: Visuelle Resultate in den Untergruppen.....	97
Tabelle 35: Anzahl sekundärer Vitrektomien nach Plombenoperation.....	101
Tabelle 36: Vergleich der Komplikationsraten in den Untergruppen	104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Altersverteilung der 1056 Patienten mit rhegmatogener Netzhautablösung	43
Abbildung 2: Ausdehnung der NHA aller Augen	46
Abbildung 3: Präoperativer PVR- Status.....	47
Abbildung 4: Art der verwendeten Endotamponade bei PPV	48
Abbildung 5: Visusentwicklung aller Patienten mit rhegmatogener Ablatio.....	50
Abbildung 6: Wiederanlagerate aller Augen	51
Abbildung 7: Linsenstatus nach primärer PPV	55
Abbildung 8: Verteilung der PVR- Stadien der phaken Augen	60
Abbildung 9: Visusentwicklung bei phaken Augen	63
Abbildung 10: Wiederanlage der NH bei phaken Augen.....	64
Abbildung 11: Linsenstatus nach Vitrektomie bei phaken Augen	67
Abbildung 12: Visusentwicklung nach posttraumatischer Ablatio retinae	76
Abbildung 13: Wiederanlage bei posttraumatischer NHA.....	77
Abbildung 14: Linsenstatus nach PPV bei posttraumatischer Ablatio.....	80
Abbildung 15: Visusentwicklung bei Pseudo-/Aphakie- Ablatio	87
Abbildung 16: Wiederanlage nach Pseudophakie-/Aphakie- Amotio.....	87

1. Fragestellung

Die vorliegende Arbeit betrachtet aus retrospektiver Sicht zwei Operationsmethoden der Ablatiochirurgie, die episklerale Plombentechnik und die primäre Pars- Plana- Vitrektomie hinsichtlich ihrer funktionellen und anatomischen Ergebnisse.

Zwischen 1989 und 1997 wurden 1056 Fälle einer rhegmatogenen Netzhautablösung in der Universitäts- Augenklinik Marburg operiert.

Sowohl die präoperativen Einflussfaktoren (Genese; Ausdehnung der NHA; Form, Anzahl und Lokalisation von Netzhautdefekten; Art und Dauer der Symptome; okuläre und systemische Vorerkrankungen; PVR) als auch die Art der Operationsvariante (Vitrektomie mit Gas oder Öl; Plombentechnik mit verschiedenen Plombenarten), sowie der postoperative Verlauf in Form von Reoperationen und Kontrolluntersuchungen wurden in einer Computer-Datenbank zusammengetragen. Aus dieser Datensammlung gingen zwei Dissertationen hervor, wobei die eine die Auswirkungen verschiedener Tamponadeformen bei der Pars- Plana- Vitrektomie untersuchte, während die vorliegende Arbeit die Operationsformen hinsichtlich operativer Resultate und Komplikationen vergleicht.

Noch immer steht in Diskussion, ob und wann die primäre Vitrektomie Vorteile gegenüber den skleraeindellenden Verfahren bietet.

In den letzten Jahren zeigte sich eine rasch zunehmende Verfeinerung und Verbesserung der Vitrektomie- Technik durch Einsatz von optischen Weitwinkelsystemen, neuen Vitrektomie- Geräten, Endotamponaden und schweren Flüssigkeiten zur Netzhautanlage [Machemer 1995, Le Mer et al. 1991]. Infolgedessen kam es zu einer zunehmenden Verbreitung dieses Operationsverfahrens, das eine höhere Standardisierung des Operationsablaufes aufweist und inzwischen im Vergleich zur Buckelchirurgie als leichter erlernbar für die junge Generation der Ophthalmochirurgen gilt [Roider et al. 2001].

Der vermehrte Einsatz dieser Technik hat eine zunehmende Überschneidung der Indikationsfelder von Plombenoperation und Vitrektomie zur Folge. Vermehrt wird über den Einsatz der primären Vitrektomie auch bei relativ unkomplizierten Netzhautablösungen, die bislang als klassische Indikation zur Plombenoperation galt, berichtet [Hoerauf et al. 1997, Oshima et al. 2000]. Neben der Pseudophakie- Ablatio, die lange als Domäne der Cerclage- Technik galt [Friedman et al. 1995], sowie der

ausgeprägten PVR- Ablatio oder der NHA nach perforierenden Augentrauma, die heute zunehmend häufig mit einer Vitrektomie behandelt werden, geraten weitere Ablatio- Formen in den Fokus der Vitrektomie- Technik. So werden Augen mit begleitender Katarakt, mit großen, ungewöhnlich geformten, multiplen oder posterior gelegenen Löchern als Indikation für eine primäre PPV vorgeschlagen [Bratzitikos et al. 2000, Gartry et al. 1993].

Andererseits gilt die Plombenoperation seit ihrer Einführung durch Custodis im Jahre 1949 als sichere und wenig invasive Technik, mit deren Hilfe ein großer Anteil aller Augen mit rhegmatogener Netzhautablösung erfolgreich behandelt werden kann. Sie gilt als kostengünstiger und nebenwirkungsärmer, da nach Plombenoperation nicht mit der nach PPV gewöhnlich auftretenden Kataraktentstehung zu rechnen ist.

Trotz der großen Erfolge der Ablatiochirurgie der letzten Jahre zeigt sich jedoch eine relativ konstante Mißerfolgsquote von ca. 10% nach skleraeindellenden Verfahren und ca. 5% nach PPV. Mehrfache Reoperationen sind mit schlechteren funktionellen und anatomischen Resultaten verknüpft [Abrams et al. 1997]. Es stellt sich somit die Frage, bei welcher Ablatio- Form welches Verfahren am geeignetsten ist, dieses Risiko so gering wie möglich zu halten und mit möglichst wenigen und komplikationsarmen Eingriffen eine dauerhafte Netzhautanlage und gute visuelle Rehabilitation zu erzielen.

Die Entscheidung für das jeweilige Operationsverfahren wird von einer Vielzahl präoperativer Faktoren beeinflusst. Hierzu gehören Alter und Vorerkrankungen des Patienten, die Art der Netzhautablösung mit Anzahl und Verteilungsmuster der Netzhautlöcher sowie weitere ophthalmologische Faktoren wie das Vorliegen einer Katarakt oder einer intraokularen Kunstlinse. Häufig muß für den individuellen Patienten eine Einzelfallentscheidung ohne Zuhilfenahme von allgemeingültigen Richtlinien getroffen werden. Aufgrund der zahlreichen Einflussfaktoren, die die Entscheidung für oder gegen den Einsatz der einen oder der anderen Methode beeinflussen, gilt es als fraglich, ob eine definitive und allgemeingültige Abgrenzung der beiden Operationsformen überhaupt möglich ist [Wilkinson 1998].

In dieser Arbeit werden die in den Jahren 1989 bis 1997 mittels Vitrektomie und Plombenoperation behandelten Augen gegenübergestellt und hinsichtlich ihrer anatomischen und funktionellen Resultate, ihrer Komplikationsraten und Reoperationshäufigkeiten verglichen.

Ziel der Arbeit ist es, durch Gegenüberstellung dieser beiden Therapiegruppen und ihrer operativen Resultate den gegenwärtigen Stand der Netzhautchirurgie aufzuzeigen und durch Diskussion der Ergebnisse Hypothesen hinsichtlich möglicher Therapieempfehlungen aufzustellen und somit zum Fortschreiten der klinischen Forschung auf diesem Gebiet beizutragen.

2. Einleitung

2.1 Anatomie

2.1.1 Anatomie der Netzhaut

Die Netzhaut ist eine 0,1 bis 0,5 mm dicke durchsichtige Struktur, die im histologischen Schnitt einen typischen neunschichtigen Aufbau zeigt [Sachsenweger 1994]. Sie liegt der Aderhaut auf und reicht vom Pupillarrand bis zum Sehnerveneintritt. Ihr lichtperzeptiver Teil wird als Pars optica bezeichnet und erstreckt sich bis zur Ora serrata, um dort in die lichtunempfindliche Pars caeca überzugehen, die die Rückfläche von Iris und Corpus ciliare überzieht [Schmidt, Thews 1994].

Als Innerste der drei Augenschichten geht die Netzhaut aus der inneren und äußeren Wand des Augenbechers hervor. Dieser stülpt sich im Lauf der Embryonalentwicklung als Teil des Zwischenhirns nach vorne und bildet die Augenstrukturen aus. Aus der äußeren Wand des Augenbechers entwickelt sich das einschichtige Pigmentepithel (retinales Pigmentepithel, RPE). Aus der inneren Wand gehen die restlichen 9 Schichten der neuronalen Netzhaut hervor. Dieser Teil wird im Allgemeinen als Retina bezeichnet und enthält die für den Sehvorgang benötigten Nerven- und Sinneszellen.

Hier kann man ein System aus drei hintereinander geschalteten Neuronen unterscheiden, den Lichtrezeptoren (Zapfen und Stäbchen), den Bipolarzellen und den Ganglienzellen.

Einfallendes Licht durchdringt die gesamte Netzhaut und trifft dann auf das der Aderhaut zugewandte Sinnesepithel (1. Neuron der Sehbahn). Das menschliche Auge besitzt ca. 7 Mio. Zapfen und ca. 120 Mio. Stäbchen, die in charakteristischer Weise in der Netzhaut angeordnet sind. Die Weiterleitung des Reizes erfolgt über die Bipolarzellen als 2. Neuron der Sehbahn zu den Ganglienzellen, welche das dritte Neuron der Sehbahn darstellen. Sie durchdringen mit ihren Axonen die Lamina cribrosa der Sklera und verlassen als Nervus opticus das Auge.

Bis auf zwei Verwachsungsstellen an der Stelle des Sehnerveneintritts und an der Ora serrata liegen Retina und Pigmentepithel nur locker aufeinander [Sachsenweger 1994]. Diese anatomische Spaltbildung wirkt prädisponierend für eine mögliche Abhebung der Retina von ihrer Unterlage.

Die Gefäßversorgung der Netzhaut erfolgt durch zwei getrennte Gefäßsysteme. Dabei wird die innere Schicht der Retina einschließlich der Bipolar – und Ganglienzellen durch die Netzhautgefäße versorgt, welche innerhalb der Nervenfaserschicht verlaufen und sich in dieser verzweigen. Die äußere Schicht der Netzhaut, einschließlich Pigmentepithel und Sinneszellen, enthält keine Kapillaren und wird per Diffusion durch die kapillarreiche Choroidea versorgt [Schmidt, Thews 1994].

Bei Betrachtung des Augenhintergrundes erscheint die Netzhaut aufgrund der dahinter liegenden Aderhaut rötlich. Man erkennt die Papilla nervi optici mit dem austretenden Nervus opticus und der sich hier verzweigenden Arteria / Vena centralis retinae. An dieser Stelle fehlen Nerven– und Sinneszellen, so dass keine Lichtreize verarbeitet werden können: blinder Fleck. Temporal davon, genau in der optischen Achse des Auges liegend, befindet sich in Netzhautmitte die Macula lutea als Stelle des schärfsten Sehens. Hier finden sich auf einer Fläche von 0,2 mm nur Zapfenzellen, die Nervenzellschicht ist extrem verdünnt bzw. seitwärts verlagert, so daß hier das Licht direkt auf die Photorezeptoren trifft. Für die Sehqualität ist die Intaktheit dieser Struktur ausschlaggebend. Zur Netzhautperipherie hin nimmt die Dichte der Zapfen sukzessive ab und die der Stäbchen zu, so daß sich hier die Sehschärfe deutlich verringert.

2.1.2 Anatomie des Glaskörpers

Der Glaskörper besteht aus einem zellfreien, gallertigen und durchsichtigen Hydrogel, welches den größten Teil (65%) des Augeninneren ausfüllt.

Der Glaskörper besteht zu 98% aus Wasser, welches durch seine Bindung an das Mukopolysaccharid Hyaluronsäure den gallertigen Charakter hervorruft. Sein Brechungsindex ähnelt dem des Kammerwassers (1,33). Durch Einlagerung von kollagenhaltigen Fibrillen wird das Glaskörpergerüst stabilisiert.

An der Oberfläche des Glaskörpers verdicken sich die Faserstrukturen zu einer membranartigen Rindenschicht. Diese so genannte vordere und hintere Grenzsicht bildet den Abschluss in Richtung Linsenhinterfläche, Ziliarkörper und Netzhaut und trägt zu seiner strukturellen Intaktheit bei. Anheftungsstellen zwischen Glaskörper und seiner Umgebung befinden sich an der Papille, der Ora serrata sowie an peripheren Gefäßen.

2.1.3 Anatomie der Sklera

Die Sklera umhüllt als weiße, derbe "Lederhaut" den Augapfel und stellt seine äußere Umgrenzung dar. Sie besitzt eine durchschnittliche Dicke von ca. 1 mm, wobei sie nahe dem Sehnervenaustritt am dicksten (1-1,5 mm) und am Äquator bulbi am dünnsten ist (ca. 0,4 mm).

Aufgebaut ist die Sklera aus zellarmen, faserreichen Bindegewebe, welches hauptsächlich aus dicht gepackten Kollagenfasern besteht, die sich in verschiedenen Winkeln und Richtungen kreuzen, insgesamt aber parallel zur Oberfläche verlaufen. Diese Struktur sowie der Gehalt an elastischen Fasern ermöglicht eine geringe Volumenveränderung des Augeninhaltes. Vorne grenzt die Sklera an die Cornea, die wie ein Uhrglas in die Sklera eingelassen ist. Am hinteren Pol bildet sie die Lamina cribrosa, die als siebartige Platte den Durchtritt des Sehnerven gestattet. Die Sklera enthält relativ wenig Gefäße und Nerven, nur in Äquatornähe durchziehen die Vortexvenen die Sklera und drainieren das Blut aus dem Augeninneren in die Orbitavenen.

Abschluss der Sklera nach außen bildet der Tenon'sche Raum (Spatium intervaginale). Sein Bindegewebe ermöglicht ein Gleiten der Sklera gegen die Vagina bulbi, die wie eine Art Gelenkkapsel den Augapfel umschließt.

2.2 Pathologie und klinisches Bild der Netzhautablösung

2.2.1 Definition

Als Netzhautablösung wird eine Abhebung der sensorischen Netzhaut vom retinalen Pigmentepithel infolge einer subretinalen Flüssigkeitsansammlung bezeichnet [Küchle et al. 1998].

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen der sog. idiopathischen, primären Amotio retinae, die lochbedingt (rhegmatogen) ist, und sekundären Formen.

2.2.2 Pathomechanismus

Ursächlich für das Entstehen einer rhegmatogenen Netzhautablösung ist ein Netzhautloch, also ein durchgreifender Defekt der sensorischen Netzhaut [Kanski 1996].

Eine NHA entsteht durch das Zusammenspiel mehrerer pathologischer Veränderungen von NH, GK und AH. Begünstigt wird die Netzhautablösung durch die fehlende Befestigung der Rezeptorschicht am Pigmentepithel. Dennoch erleidet nur ein gewisser Teil der Patienten, die unter degenerativen Veränderungen von NH und GK leiden, oder bei denen ein Netzhautloch nachgewiesen wurde, tatsächlich eine NHA.

Verschiedene physiologische Mechanismen bewirken ein Anliegen der Retina auch in Anwesenheit von pathologischen Veränderungen. Daran sind unter anderem das retinale Pigmentepithel in Form von Aktin- haltigen interzellulären Verbindungen und mit aktiven Resorptionsvorgängen, sowie eine intakte hintere Grenzsicht des Glaskörpers beteiligt [Ghazi et al. 2002]. Das Schicksal eines Netzhautforamens und die Entstehung einer Ablatio retinae hängen also von einem dynamischen Wechselspiel zwischen Adhäsions- und Traktionskräften ab.

2.2.3 Rhegmatogene Ablatio

Die primäre und häufigste Form der Netzhautablösung stellt die rhegmatogene Amotio retinae dar. Hierbei kommt es aufgrund degenerativer Veränderungen zur Lochbildung in der NH. Verflüssigter Glaskörper gelangt in den subretinalen Raum und führt zur Ablösung der sensorischen NH von ihrer Unterlage. Häufig geht der rhegmatogenen Netzhautablösung eine hintere Glaskörperabhebung voraus [Regillo, Benson 1998].

2.2.4 Sekundäre Ablationes

Sekundäre Ablationes haben exsudative oder traktive Ursachen.

Bei einer traktiven Amotio wird die Netzhaut durch schrumpfende vitreoretinale Membranen von ihrer Unterlage abgezogen [Reim 1993]. Häufige Ursachen für diese Erkrankung sind die Proliferative Vitreoretinopathie (PVR), z. B. infolge einer missglückten Ablatio-Operation, die diabetische Vitreoretinopathie (PDVR) oder Membranbildung aufgrund einer perforierenden Verletzung. Exsudative Ablationes

sind seltener. Durch tumoröse (z.B. ein Melanom der Aderhaut) oder entzündliche Infiltration der Choroidea (z.B. bei M. Coats) kommt es durch ein geschädigtes retinales Pigmentepithel zu einem Flüssigkeitsdurchtritt in den subretinalen Raum [Sachsenweger 1994].

2.2.5 Klinik der Netzhautablösung

Sowohl die so genannten "Mouches volantes", d. h. durch verdichteten GK entstandene Trübungen im Sichtfeld des Patienten, als auch durch GK-Traktionen verursachter Zug an der NH, der vom Patienten in Form von Lichtblitzen wahrgenommen wird, stellen die Symptome einer akuten hinteren GK-Abhebung dar [Regillo, Benson 1998]. Hier muss das Vorhandensein eines Netzhautforamens oder einer NHA ausgeschlossen werden.

Ist es im Rahmen der NHA zu einer Gefäßverletzung in der Retina und damit zu einer Einblutung in den GK gekommen, berichten die Patienten über "Spinnweben", "Russregen", oder verschwommenes Sehen. Fünfzig Prozent der Patienten mit NHA präsentieren sich primär mit den Symptomen der Ablatio: Gesichtsfeld- ausfälle und herabgesetzte Sehschärfe. Je nachdem ob der Patient eine obere oder untere NHA erlitten hat, wird über die Wahrnehmung eines schwarzen Schattens entweder in Form einer von unten aufsteigenden "Mauer" oder als ein sich senkender "Vorhang" berichtet.

2.2.6 Untersuchungsbefund

In der Vorderkammer, meist aber im Glaskörperraum, finden sich Pigmentzellen als sogenannter "Tabakstaub"; ist die Amotio durch ein Hufeisenforamen oder einen Netzhautriss entstanden, erkennt der Untersucher häufig eine begleitende Einblutung in den Glaskörper.

Mittels stereoskopischer Fundusuntersuchung wird die gesamte Retina mitsamt ihrer Peripherie nach Löchern und abgehobener Netzhaut untersucht. Dabei erscheinen Löcher im Allgemeinen rötlich leuchtend, die abgelöste Netzhaut wirkt grau- weiß und ist mehr oder weniger blasig abgehoben; durch das vorhandene Ödem geht ihre Transparenz verloren. Ihre Oberfläche wirkt gewellt, unregelmäßige Falten sind häufig. Diese Wellung und Faltenbildung wird auch als Sanddünenphänomen bezeichnet.

Liegen bereits Traktionen vor, so erkennt man sie im ophthalmoskopischen Bild als präretinale, graue Stränge. Fixierte Falten, äquatoriale Traktionen und periretinale Stränge sind Zeichen einer beginnenden oder stattfindenden PVR.

Erfolgt keine Therapie, kann sich die Ablösung weiter bis zu einer kompletten Amotio ausbreiten. Nur in wenigen Fällen kommt es zu einem spontanen Sistieren des Krankheitsprozesses und der Ausbildung von Hochwasserlinien, welche eine Demarkation und Begrenzung der Ablösung darstellen. Erfolgt dies nicht, sind sekundäre Katarakt, chronische Uveitis, Hypotonie des Auges und schließlich Phtisis bulbi die Folge [Kanski 1996].

2.3 Morbidität und Risikofaktoren

2.3.1 Inzidenz

Die rhegmatogene Ablatio ist mit einer jährlichen Inzidenz von 1:10.000 die häufigste Form der Netzhautablösung [Sachsenweger 1994, Kanski 1996, Thelen et al. 1997].

In der Literatur findet man Angaben zur Inzidenz der rhegmatogenen Ablatio retinae zwischen 14:10.000 [Algvere et al. 1999] in Stockholm, Schweden, 8,58 : 10.000 in Israel (Michaelson 1969, zitiert in [Regillo, Benson 1998]) sowie 12,4 Fälle auf 10.000 in Iowa.

Man kann also von einer durchschnittlichen Inzidenz der rhegmatogenen Ablatio für phake, nicht- traumatische Ablationes von 5 bis 12 auf 10.000 Personen pro Jahr ausgehen. Diese Zahl wird bei Einschluss der Gruppe der traumatischen Amotiones nur leicht erhöht [Regillo, Benson 1998].

Obwohl die Netzhautablösung insgesamt gesehen ein nicht sehr häufiges Krankheitsbild darstellt, ergibt sich ein anderes Bild, wenn man die Ablatio-Häufigkeit der verschiedenen Risikogruppen betrachtet. Als disponierende Faktoren werden unter anderem Alter, Kurzsichtigkeit, degenerative Veränderungen sowie Aphakie angesehen [Kühle et al. 1998].

2.3.2 Risikofaktoren

2.3.2.1 Hintere Glaskörperabhebung

Die alters- und anlageabhängige Destruktion des Glaskörpers führt zu dessen Verflüssigung und Abhebung seiner hinteren Grenzschicht von der Netzhaut. Das

Hyaluronsäure- Molekül verändert sich und begünstigt eine Destabilisierung und Aggregation der Kollagenfasern, so daß es anfangs zu kleinen flüssigkeitsgefüllten Lakunen innerhalb des GK kommt. Der Glaskörper verliert seine gelartige Konsistenz. Spielt sich dieser Vorgang in den posterioren Abschnitten des GK ab und gelangt verflüssigte GK- Substanz durch die hintere Grenzmembran in den retrohyalonären Raum, kommt es zur akuten hinteren Glaskörperabhebung [Regillo, Benson 1998]. Die Netzhaut wird dann nicht länger durch die hintere Grenzschicht geschützt und bietet vorhandenen vitreoretinalen Traktionen Ansatzpunkte [Kanski 1996]. In Form von präexistenten Glaskörpersträngen und Glaskörperschleudern bei Augenbewegungen wirken Zugkräfte auf die Retina ein.

An prädisponierten Stellen der NH (sklerotische Areale, äquatoriale Degenerationen) kann durch solchen Glaskörperzug die NH einreißen und ein Loch hervorrufen. Durch diesen Defekt kann verflüssigter Glaskörper unter die Netzhaut gelangen und diese so von ihrer Unterlage abheben [Sachsenweger 1994]. Die subretinale Flüssigkeit sammelt sich in dem Spaltraum an, der sich im Zuge der Embryonalentwicklung des Auges zwischen Pigmentepithel und Sinnesepithel gebildet hat [Kühle et al. 1998].

2.3.2.2 Myopie

Die Myopie stellt die häufigste Refraktionsanomalie bei Ablatiopatienten da.

Man findet bei Myopen eine Ablatiofrequenz von 40% [Kanski 1996], obwohl sie nur 10% der Gesamtbevölkerung ausmachen. Schepens fand in einer Gruppe von Patienten mit rhegmatogener, nicht- traumatischer NHA eine Myopie- Häufigkeit von 35%; andere Autoren geben Zahlen zwischen 12 und 55% an [Kwok et al. 2002]. Dabei steigt das Risiko, eine NHA zu entwickeln, mit der Stärke der Refraktionsanomalie.

Liegt eine Myopie von -1 bis -3 Dioptrien vor, so ist das Risiko auf das 4fache im Vergleich zu einem emmetropen Auge erhöht. Ist die Myopie größer als -3 dpt, findet man ein 10fach erhöhtes Risiko [Schepens et al. 2000]. Auch steigt bei hoher Myopie (größer -8 dpt) die Tendenz, eine komplizierte NHA zu entwickeln [Curtin 1985, zitiert in Schepens].

Bereits bei jungen myopen Patienten findet man hintere Glaskörperabhebungen. In der Netzhaut finden sich häufiger als bei Emmetropen gitterartige Degenerationen und atrophische Rundlöcher [Lieschoff et al. 1994]. Durch eine vorliegende Myopie ist

das Auge prinzipiell einem beschleunigten Alterungsprozess unterworfen, d. h. myope Patienten zeigen in früheren Lebensabschnitten dieselben degenerativen Veränderungen, die sonst nur bei Älteren gefunden werden [Stirpe et al. 1996].

2.3.2.3 Aphakie

Der Verlust der Linse erhöht ebenfalls das Ablationsrisiko: so erleiden 3% aller Aphaken eine Netzhautablösung, doch 20% aller Ablatiopatienten sind aphak [Küchle et al. 1998]. Auch ist die Netzhautablösung häufig schwerwiegender als bei phaken Augen; so finden sich signifikant mehr komplette, totale Ablationes. Fixierte Falten und schwere PVR- Formen wurden bei Aphaken ebenfalls häufiger beobachtet.

Mehrere Eigenschaften des lentektomierten Auges prädisponieren zu seiner erhöhten Ablationhäufigkeit. So bewirkt der Verlust des Iris- Linsendiaphragmas eine erhöhte Motilität des Glaskörpers, und durch die fehlende Linse kann sich der Glaskörper etwas nach vorne verlagern. Dadurch wird ein ständiger Zug an präexistenten vitreoretinalen Adhärenzen verstärkt. Das Risiko, das sich solche „stummen“ Netzhautforamina oder subklinische Ablationes zu einer manifesten NHA entwickeln, ist im Vergleich zur Normalbevölkerung erhöht. Häufig befinden sich diese Foramina im Bereich der Ora serrata, und sind multipel und eher klein. Dadurch können sie sich einer frühzeitigen Diagnostik entziehen und es besteht die Tendenz, daß sich daraus eine komplette NHA entwickelt [Schepens et al. 2000].

2.3.2.4 Pseudophakie

Durch die Einführung moderner mikrochirurgischer Techniken wurde die Kataraktextraktion schonender und zu einem standardisierten, risikoarmen Verfahren. Kleinere Inzisionen, der Verzicht auf eine Iridektomie, die extra-kapsuläre Linsenentfernung mittels Phakoemulsifikation und die Implantation der Kunstlinse in den verbleibenden Kapselsack haben das Risiko einer postoperativen Netzhautablösung stark gesenkt [Schepens et al. 2000]. Dabei scheint besonders der Erhalt der hinteren Kapselmembran einen bedeutsamen protektiven Faktor darzustellen.

Dennoch ist es für pseudophake Patienten immer noch wahrscheinlicher, eine NHA zu entwickeln. So beträgt das Lebenszeitrisko einer NHA für ein Individuum der Normalpopulation 0,3-0,5%; ein pseudophakes Auge hat eine Wahrscheinlichkeit

von 0,8-1,5%, in den ersten drei Jahren nach der Operation eine Ablatio zu erleiden. Das Risiko ist also ca. dreifach erhöht und besonders dann bedeutsam, wenn noch andere Risikofaktoren vorliegen, wie z. B. eine Myopie.

Weiterhin haben pseudophake Augen höhere PVR- Raten nach einer Ablatio retinae, anatomische und funktionelle Ergebnisse nach operativer Behebung der NHA gelten als schlechter [Schepens et al. 2000]. Ein weiteres Problem des pseudophaken Auges besteht im Auffinden sämtlicher bestehender Netzhautlöcher, ein Faktor, der als entscheidend für den operativen Erfolg einer NHA angesehen wird. Das Einsehen des Fundus und besonders der Peripherie ist erschwert [Senn et al. 2002]. So können einerseits präexistente, "stumme" Löcher vor einer Kataraktextraktion infolge der Trübung der Linse übersehen werden, die dann anschließend "überraschend" zu einer postoperativen NHA führen können.

Aber auch die implantierte Kunstlinse kann aufgrund ihrer teilweise schlechten optischen Eigenschaften die Untersuchung der Retina pseudophaker Patienten erschweren und eine exakte Lochdiagnostik behindern [Senn et al. 2002].

2.3.2.5 Trauma

Augen, die ein stumpfes oder penetrierendes Trauma erlitten haben, haben ein großes Risiko, eine komplizierte NHA zu entwickeln. Häufig sieht man kurz nach dem Trauma eine Glaskörperblutung, Aderhaupturen und Loch- und Rissbildungen in der Retina [Hesse et al. 1996]. Orarisse und Riesenrisse werden häufiger als bei unkomplizierten NHA diagnostiziert.

Alle diese Faktoren sind zudem bekannt dafür, dass sie eine PVR triggern können. Es kommt zu einer massiven Proliferation von fibrovaskulärem Gewebe. Durch die Netzhautdefekte gelangt der beschädigte und verflüssigte GK unter die NH und hebt diese ab, die entstandenen Proliferationen auf der NH ziehen diese weiter von ihrer Unterlage ab. Es resultiert eine traktive oder eine gemischt traktiv- rhegmatogene Ablatio [Regillo, Benson 1998].

2.4 Klassifikation und Lokalisation von Netzhautdefekten

Generell können Defekte der Netzhaut lamellär oder penetrierend sein, wobei nur aus letzteren eine rhegmatogene Ablatio retinae entsteht. Hinsichtlich ihrer Verteilung findet man eine typische Anordnung in den verschiedenen Quadranten:

Prädilektionsstelle ist der temporale obere Quadrant. So befinden sich 60% der Löcher temporal oben, 15% oben nasal, 15% temporal unten und 10% nasal unten [Kanski 1996]. Man unterscheidet vier verschiedene Formen von Netzhautdefekten.

2.4.1 Hufeisenforamen

Mit einer Häufigkeit von 60 – 70% ist das Hufeisenforamen die mit Abstand häufigste Lochart. Kommt es durch Degeneration und Kollaps des Glaskörpers zur hinteren Abhebung des GK, können bei vorbestehenden vitreoretinalen Adhärenzen Netzhautteintrisse entstehen. So entstandene Netzhautrisse haben häufig die Form eines so genannten "Hufeisens", d. h. es entsteht ein dreieckiger Defekt, dessen Basis noch Kontakt zur restlichen Retina hat, während die NH an der Spitze ausgerissen ist.

2.4.2 Rundlöcher

Rundlöcher sind runde bis ovale Netzhautdefekte, die einzeln oder in Gruppen auftreten und häufig in peripheren Netzhautbereichen anzutreffen sind. In Bereichen mit vorliegender Netzhautdegenerationen, z. B. als äquatoriale Degenerationen oder Gitterlinien, kann es infolge der atrophischen Verdünnung bzw. einer mikrozystischen Degeneration zur Entstehung dieser Rundlöcher kommen [Bodanowitz et al. 1995]. Auch hier durchgreift der Defekt sämtliche Schichten der sensorischen Retina.

Diese Rundlöcher sind häufig asymptomatisch; zu einer Ablatio kommt es dann, wenn der aufliegende GK verflüssigt ist und Zugang zum subretinalen Raum erhält. Ihre Häufigkeit liegt bei rund 30%.

2.4.3 Orariß

Ein Orariß liegt vor, wenn es zu einer Trennung von sensorischer Retina und dem unpigmentierten Epithel der Pars Plana im Bereich der Ora serrata gekommen ist. Obwohl eigentlich kein primärer Netzhautdefekt / Netzhautriss, kann es hier zur NHA kommen, da an dieser Stelle verflüssigter GK in den subretinalen Raum gelangen kann. Bei jugendlichen Patienten finden sich Orarisse häufig infolge einer traumatischen Einwirkung auf das Auge.

2.4.4 Riesenriß

Definitionsgemäß spricht man von einem Riesenriß, wenn der Netzhautriß mehr als 90° (mehr als ein Quadrant betroffen) oder mehr der Zirkumferenz umfasst. Dabei kommt es häufig zu einer begleitenden Ablatio und einem Einrollen der Lochränder [Schepens et al. 2000], zudem haben diese Augen ein erhöhtes Risiko, eine proliferative Vitreoretinopathie zu entwickeln. Bei jüngeren, männlichen Individuen ist der Riesenriss häufig Folge eines okulären Traumas. Eine spontane Riesenrissbildung wird bei Patienten mit ausgeprägten Netzhautdegenerationen oder mittlerer bis starker Myopie beobachtet [Wilkinson et al. 1998].

2.5 Proliferative Vitreoretinopathie (PVR)

2.5.1 Definition und klinisches Bild

Als proliferative Vitreoretinopathie bezeichnet man Wachstum und Kontraktion zellulärer Membranen innerhalb des Glaskörpers und auf beiden Oberflächen der Retina infolge einer lochbedingten (rhegmatogenen) Netzhautablösung.

Sie gilt als typische Komplikation bei nicht oder erfolglos behandelter Amotio retinae und ist eine der Hauptursachen für ausbleibenden Visuserfolg nach einer netzhautchirurgischen Operation [Cowley et al. 1989, Lewis et al. 1988, Lean 1999]. Durch einen bis heute nicht vollständig erforschten zellulären Proliferationsprozeß bilden sich periretinale Stränge und Membranen und üben Zug an der abgelösten Netzhaut aus [Nagasaki et al. 1998]. In fortgeschrittenen Stadien der Erkrankung entsteht das typische Erscheinungsbild einer starren, gefältelten, weiß- grau verfärbten Netzhaut. Bis zur Einführung der Vitrektomie als intraokulare Operationsform galt die PVR– Amotio als inoperabel und führte meist zur Erblindung des betroffenen Auges.

2.5.2 Pathogenese

Häufig wurde darauf hingewiesen, daß die proliferative Vitreoretinopathie einer überschießenden Wundheilung ähnelt, die durch eine rhegmatogene Netzhautablösung ausgelöst wurde [Ryan 1993; Glase and Lemor 1994, zitiert in Nagasaki et al. 1998].

Für die Entstehung einer proliferativen Vitreoretinopathie sind zwei Vorbedingungen notwendig [Wiedemann et al. 1991]:

1. Eine Milieuänderung im Glaskörper
2. Die Anwesenheit proliferationsfähiger Zellen.

Aufgrund von Untersuchungen von klinischen Risikofaktoren wie der Größe des Netzhautdefektes, Ausmaß der Netzhautabhebung und ausgedehnten Kryokoagulationsflächen erkannte man die Bedeutung des Zusammenbruchs der Blut- Retina- Schranke für die Entstehung der PVR. Durch diese Leckage gelangen sowohl zelluläre Blutbestandteile wie Makrophagen als auch chemotaktische wirksame Substanzen u. a. aus dem Serum in den Glaskörperraum [Velikay 1995]. Retinale Pigmentepithelzellen, die durch Netzhautlöcher in den Glaskörper gelangen konnten, werden durch Serumkomponenten wie Fibronectine oder PDGF zu Migration und Proliferation angeregt.

RPE- Zellen sezernieren Wachstumsfaktoren und Cytokine, wie Fibroblastenwachstumsfaktor, PDGF (platelet derived growth factor), Interleukin- β , IL-6, Tumornekrosefaktor (TNF)- β , Granulocyte-makrophage-colony-stimulating-factor und Transforming growth factor (TGF)- β [Nagasaki et al. 1998].

Es kommt zur weiteren Einwanderung von Makrophagen in den Glaskörper und zu einer massiven Proliferation von retinalen Pigmentepithelzellen, Gliazellen und Fibroblasten. Besonders TGF- β wirkt stimulierend auf RPE- Zell- Migration und deren Transformation zu Fibroblasten- ähnliche Zellen. Diese Zellen sezernieren Kollagen und Fibronectin und formen somit die extrazelluläre Matrix. Es entstehen die typischen periretinalen Membranen, die aus RPE-Zellen, Gliazellen, Fibroblasten und Makrophagen bestehen [Heidenkummer et al. 1991]. Die Fähigkeit der RPE-Zellen, aktiv das extrazelluläre Kollagen zu kontrahieren, führt zur Kontraktion und Schrumpfung der Netzhautmembranen. Durch den permanenten Zug wird die Netzhaut von ihrer Unterlage abgehoben und in starren Falten fixiert, was das klinische Korrelat der PVR darstellt [Velikay 1995].

2.5.3 Häufigkeit und Risikofaktoren

Die Häufigkeit der Entwicklung einer proliferativen Vitreoretinopathie infolge einer rhegmatogenen Netzhautablösung wird im Allgemeinen mit 5-10% angegeben [Kanski 1996, Cowley et al. 1989]. Die meisten Fälle einer PVR treten in Folge einer

Traumatisierung des Auges auf. Dies geschieht gewöhnlich entweder durch direkte Gewalteinwirkung oder durch Traumatisierung im Rahmen der NH- Operation, beispielsweise durch extensive Kryokoagulation [Bonnet et al. 1995]. Bei einer primären, unkomplizierten rhegmatogenen Ablatio ist sie relativ selten. Die Häufigkeit steigt jedoch bei Netzhäuten, die über einen langen Zeitraum abgehoben waren bzw. nicht therapiert wurden oder bei denen die operative Wiederanlage missglückte [Clemens et al. 1991].

So betrachtet, wird diese Komplikation nicht allzu häufig im Krankengut der Patienten mit einfacher lochbedingter Netzhautablösung gesehen, aufgrund ihres möglicherweise bösartigen Verlaufs ist sie dennoch gefürchtet. Eine lang bestehende, hochgradige PVR führt am betroffenen Auge häufig zu chronischem Schmerz, Cataracta complicata, hinteren Synechien und sekundärem Glaukom.

2.5.4 PVR- Klassifikation

In dieser Arbeit wurden die Stadien einer PVR nach der Klassifikation des Retina Society Terminology Committee von 1983 [The Retina Society Terminology Committee 1983] kodiert. Dabei werden die klinisch fassbaren Veränderungen zwecks besserer Vergleichbarkeit der Befunde und der therapeutischen Ergebnisse einer Stadieneinteilung zugeordnet. Eine Verfeinerung dieses Schemas erfolgte durch Machemer, der 1991 eine aktualisierte Klassifikation veröffentlichte [Machemer 1991].

Aufgrund der Dokumentation in den Krankenblättern erfolgt die Einteilung in dieser Arbeit nach der des Retina Society Terminology Committee; sofern in den Akten eine Differenzierung zwischen anteriorer und posteriorer PVR erfolgte, wurde das in unseren Erfassungsbögen vermerkt.

Tabelle 1: PVR-Stadien nach der Retinal Society Classification 1983

Stadium - Klinisches Bild		
A (minimal)	Trübung des Glaskörpers mit Pigmentansammlung („Tabakstaub“)	
B (mäßig)	Fältelung der Netzhautoberfläche Nicht flottierend abgehobene Netzhaut Netzhautgefäße geschlängelt Eingerollter Lochrand	
C (ausgeprägt)	Fixierte Netzhautfalten (so genannte Sternfalten)	
	C1	Netzhautfalten in einem Quadranten der Netzhautoberfläche
	C2	Netzhautfalten in zwei Quadranten
	C3	Netzhautfalten in drei Quadranten
D (massiv)	Fixierte Netzhautfalten in vier Quadranten	
	D1	Weit geöffneter Trichter der Netzhautablösung
	D2	Enger Trichter
	D3	Geschlossener Trichter (Papille nicht mehr sichtbar)

2.6 Differentialdiagnose der Netzhautablösung

Verschiedene pathologische Zustände des Auges können zu einer Netzhautablösung führen oder mit ihr verwechselt werden. Aufgrund der unterschiedlichen therapeutischen Konsequenzen ist ihre Unterscheidung sehr wichtig. So muss die rhegmatogene NHA von der exsudativen Ablatio abgegrenzt werden, bei der es zu einer subretinalen Flüssigkeitsansammlung ohne vorangegangene Lochbildung kommt. Beseitigt man hier die zugrunde liegende Ursache, bildet sich die Amotio von selbst wieder zurück.

Im Folgenden werden kurz die verschiedenen Krankheitsbilder, die eine Ablatio auslösen oder auch vortäuschen können, vorgestellt.

2.6.1 Exsudative Ablatio

Aufgrund eines Zusammenbruchs der inneren oder äußeren Blut- Netzhautschanke kommt es zu einer Ansammlung von Flüssigkeit zwischen Retina und Pigmentepithel. Häufigste Ursachen für diese Schädigung der intraokulären Barrieren sind entzündliche, vaskuläre oder neoplastische Erkrankungen.

2.6.2 Bösartige Tumore

Das maligne Melanom, das Hämangiom oder ein metastasierendes Karzinom der Choroidea sind die am häufigsten gefundenen neoplastischen Prozesse, die zu einer exsudativen NHA führen. Ophthalmoskopisch wird man häufig die Tumormasse erkennen können, wobei sich die Ablatio über dem Tumor oder tumorfern befinden kann.

2.6.3 Entzündliche Erkrankungen

Im Rahmen entzündlicher Erkrankungen wie z. B. dem Morbus Coats bei Kindern und Jugendlichen oder dem Vogt- Koayanagi- Harada- Syndrom, einer bilateralen Uveitis mit systemischen Manifestationen, kann es zu einer serösen Abhebung der Netzhaut kommen. Weitere seltene Ursachen sind die Chorioretinopathia centralis serosa oder die posteriore Skleritis.

2.6.4 Aderhautamotio

Bei einer Aderhautamotio kommt es zu einer Ansammlung von Flüssigkeit in den äußeren Schichten der Choroidea, so dass sich Pigmentepithel und Retina vorwölben, oder selten, zu einer Flüssigkeitsansammlung zwischen Sklera und Choroidea. Die Aderhautamotio ist häufig eine Folge von augenchirurgischen Eingriffen, sie kann aber auch begleitend bei verschiedenen entzündlichen Erkrankungen des Auges auftreten (Harara- Syndrom, s. o.).

2.6.5 Retinoschisis

Bei der altersbedingten, degenerativen Retinoschisis spaltet sich die Retina in eine innere und eine äußere Schicht. Dabei liegt die Auftrennung häufig im Niveau der äußeren plexiformen Schicht. Diese im zunehmenden Alter relativ häufig auftretende Schisis ist meistens symptomarm und unterscheidet sich im ophthalmoskopischen Befund durch ihr metallartiges Aussehen und die erhaltene Transparenz von der NHA.

2.7 Operationstechniken

2.7.1 Geschichtlicher Überblick

2.7.1.1 Geschichte der episkleralen Plombentechnik

Bis ins 18. Jahrhundert reicht die Geschichte der Diagnostik und Behandlung der Netzhautablösungen zurück. Verschiedene Theorien wurden seitdem diskutiert, wobei man die Ursachen für die Netzhautabhebung sowohl in retinalen als auch vitreo-choroidalen Strukturen vermutete. Den entscheidenden Durchbruch in der Therapie der Ablatio retinae verdankt man dem Lausanner Ophthalmologen Gonin, dessen Doktrin "Zur Heilung der Netzhautablösung ist der Verschluss des Loches unerlässlich" bis heute das therapeutische Konzept bestimmt [Gonin 1930].

Die erste eindellende Operation erfolgte durch Jess im Jahre 1937, der eine Eindellung der Sklera mittels Einführung eines Tampons in den Teonon'schen Raum anstrebte. Wichtigstes Ziel bei dieser Methode war aber weniger der gezielte Verschluss des Netzhautloches als vielmehr die Vermeidung einer intraokularen Hypotonie nach Punktion der subretinalen Flüssigkeit.

Custodis bemühte sich als erster um die praktische Umsetzung der Lehre Gonins, in dem er 1949 mittels einer auf die Lederhaut aufgenähten Polyviolplombe eine möglichst tiefe Eindellung der Sklera über dem Lochgebiet und dessen sichere Tamponade erreichte. Später erweiterte er diese Methode durch die Möglichkeit einer Vermeidung einer Punktion der subretinalen Flüssigkeit (1953), um die oft in deren Gefolge auftretenden Komplikationen wie Aderhautblutung, Hypotonie und Netzhautinkarzeration zu reduzieren.

Entscheidender Nachteil der Custodis-Methode war die Benutzung einer Polyviol-Plombe. Man erkannte, daß die Freisetzung der beinhalteten Farbstoffe die teilweise dramatischen Schädigungen der Sklera ausgelöst hatten.

Im Zeitraum von 1963-1967 modifizierte Lincoff diese Technik, in dem er die Polyviol- Plombe durch die gewebefreundliche Silikonschwamm- Plombe ersetzte. Des Weiteren ersetzte er die Diathermie- Koagulation, die neben der Polyviol-Plombe ebenfalls stark zur Skleranekrotisierung beigetragen hatte, durch die sanftere Kryoretinopexie. Durch die Kombination dieser beiden schonenden Verfahren gelang es, die Plombentechnik zu einer weltweit als Routine- Eingriff durchgeführten Therapieform zu etablieren.

2.7.1.2 Geschichte der Glaskörperchirurgie

Schon lange bestanden Überlegungen dazu, ob es Möglichkeiten gäbe, bestimmte Erkrankungen vom Auginnenraum heraus zu behandeln. Bereits 1863 berichtete Albrecht von Graefe über die erfolgreiche Durchtrennung einer Glaskörpermenbran mittels einer Nadel. Um eine innere Tamponade des Auges zu erreichen, wurde 1911 von Ohm die Injektion von Luft in den Glaskörperraum angewandt, später aber aufgrund der zahlreichen Mißerfolge wieder verlassen.

Ein entscheidender Schritt in Richtung der modernen vitreoretinalen Chirurgie war die erfolgreiche Entfernung des erkrankten Glaskörpers eines an Amyloidose erkrankten Auges durch David Kasner im Jahre 1968. Er konnte damit zeigen, daß das menschliche Auge selbst die Entfernung größerer Mengen von Glaskörper gut tolerierte [Machemer 1995].

Kasner benutzte die so genannte open- sky- Technik: nach einem großen zirkulären Hornhautschnitt und zwingender Entfernung der Linse erfolgte die transpupilläre Entfernung des Glaskörpers. Nachteile dieser Technik bestanden in der beträchtlichen Irritation der Iris mit Ausbildung von vorderen Synechien sowie der Ausbildung von Hornhauttrübungen. Durch den großen cornealen Schnitt bestand über weite Strecken der Operation zudem die Gefahr eines Bulbuskollaps.

Die Vorstellung, bessere mikrochirurgische Geräte herstellen zu können, beschäftigte besonders Robert Machemer. Ihm gelang die Entwicklung des Vitrektoms, ein kombinierten Saug- Schneidegerät, mit dem es möglich war, gleichzeitig Glaskörper zu schneiden, abzusaugen und den intraokularen Druck mittels eines Infusionssystems aufrecht zu erhalten [Machemer 1995]. Die Einführung der Geräte erfolgte über drei kleine Sklerotomien in der Pars plana ciliaris am geschlossenen Auge. Später folgten die intraokulare Beleuchtung mittels einer Fiberoptik sowie die modifizierte separate Infusion, wodurch es möglich wurde, die Geräte immer weiter zu verkleinern.

Um die bereits erzielten Therapieerfolge noch weiter zu verbessern, stellte sich erneut die Frage der intraokularen Tamponade. Stone und Armaly hatten bereits Ende der fünfziger Jahre mit flüssigem Silikonöl experimentiert, bis 1962 von Cibis die Silikonölauffüllung zur Behandlung von komplizierten Netzhautablösungen eingeführt wurde. Aber erst in Kombination mit der Pars- Plana- Vitrektomie zeigte die Verwendung des Silikonöls die erhofften Erfolge.

1969 führten Norton und Mitarbeiter erneut die Methode der intravitrealen Gastamponade (Luft) in die Behandlung von Riesenrissen ein. Seitdem kamen neben Sufurhexafluorid (SF_6), von Lincoff und Mitarbeitern propagiert, eine ganze Reihe von Perfluorocarbonen als raumtaktische Substanzen mit längerer Verweildauer intravitreal zur Anwendung.

Seitdem hat sich durch die stetige Verbesserung von Instrumentarium und Operationstechnik die Pars- Plana- Vitrektomie als angesehene Behandlungsform für viele Augenerkrankungen, die lange Zeit als schicksalhaft und untherapierbar angesehen wurden, etabliert.

2.7.2 Technik der Plombenoperation

Ziel aller Operationsformen der rhegmatogenen NHA ist das Wiederanlegen der Netzhaut auf ihre Unterlage und der Verschluss bestehenden Netzhautlöcher.

Bei der Plombenoperation wird mittels einer auf die Sklera aufgenähten Silikon- oder Silikonschaumplombe der Bulbus über dem Lochareal eingedellt. Auf diese Weise wird die abgehobene Retina dem retinalen Pigmentepithel wieder angenähert, so daß eine Resorption der subretinalen Flüssigkeit ermöglicht wird und das Loch wieder verschossen werden kann. Vorhandene vitreoretinale Traktionen werden durch die Eindellung der Sklera entlastet.

Dabei können entweder radiär angeordnete Plomben (d. h. senkrecht zum Limbus gerichtete) oder limbusparallele Plomben verwendet werden. Eine Sonderform dieser Technik stellt die Cerclage dar, bei der der gesamte Bulbus mittels eines Silikonbandes umschlungen wird. Es kommt also zu einer Entlastung der gesamten GK- Basis.

Die Plombenoperation wird meist in Allgemeinanästhesie durchgeführt, sie kann aber auch unter regionaler Betäubung mittels eines Retrobulbärblocks zusammen mit einem Fazialisblock und intravenöser Sedierung des Patienten durchgeführt werden.

Die Conjunktiva und die Tenon'sche Kapsel werden im Bereich des Limbus eröffnet und bis zur Sklera inzidiert. Die Tenon'sche Kapsel wird stumpf von der Sklera abpräpariert und die geraden äußeren Augenmuskeln angeschlungen. Zur korrekten Positionierung der Plombe, die entscheidend für den Erfolg der Operation ist, müssen alle von der Plombe zu versorgenden Löcher entdeckt und auf der Sklera lokalisiert werden. Dazu wird die Sklera zunächst probeweise über der zu erwartenden Lochposition eingedellt. Stimmt diese Eindellung mit der

ophthalmoskopisch bestimmten Lochposition überein, wird die entsprechende Stelle der Sklera mittels Diathermie oder einem speziellen chirurgischen Farbstift markiert. An dieser Stelle (oder Stellen) wird nun das entsprechende Plombenmaterial auf die Sklera aufgenäht, so daß idealerweise eine gute Annäherung der verschiedenen Schichten erreicht wird und das Loch verschlossen werden kann.

Die verwendeten Bändchen aus Silikonschaum können entweder rund (3,4 oder 5 mm Durchmesser), elliptisch (7,5 mm Durchmesser) oval (5 oder 7 mm Durchmesser), oder rechteckig (12*4 mm Durchmesser) geformt sein und auf die benötigte Länge zugeschnitten werden. Die Plombe wird entweder radiär oder limbusparallel ausgerichtet und mit Matratzennähten auf der Sklera fixiert. Zusätzlich erfolgt fast immer eine Kryokoagulation oder seltener eine Laserkoagulation der Lochränder, um eine feste Verbindung zwischen Retina und Choroidea zu erreichen. Eine Vernarbung dieser beiden Gewebeschichten soll das Foramen "versiegeln", also erneutes Eindringen flüssigen GK in den subretinalen Raum verhindern und einer erneuten NHA entgegenwirken.

2.7.2.1 Cerclage

Die Umschnürung des gesamten Bulbus mittels einer Cerclage wird verwandt, wenn man die gesamte Glaskörperbasis von Traktionen entlasten möchte.

Als Primäroperation bei rhegmatogener NHA wird die Cerclage häufig bei aphaken bzw pseudophaken Augen mit unklarer Lochsituation sowie bei Augen mit bereits präoperativ vorhandener PVR empfohlen [Wiegand et al. 1994]. Frühe Stadien einer proliferativen Vitreoretinopathie können mit einer Cerclage wirkungsvoll therapiert werden. Auch Augen mit einer exzessiven Myopie, mit ausgeprägten gitterartigen Degenerationen, mit einem Riesenriss und Augen, in denen kein Loch gefunden werden konnte, stellen eine Indikationsgruppe dar [Regillo, Benson 1998]. Eine zu starke Umschnürung sollte vermieden werden, da durch die Cerclage eine Reduktion des retinalen und choroidalen Blutflusses mit konsekutivem Visusverlust entstehen kann [Kreissig et al. 1995].

2.7.2.2 Chirurgische Resultate

Verschiedene Autoren berichten über ein erfolgreiches Wiederanlegen der Netzhaut bei rhegmatogener NHA durch die episklerale Plombentechnik in 90-95% [Greven et al. 1992, La Heij et al. 2000]. Nach einer ersten Plombenoperation wird eine

Erfolgsrate von 85% angegeben, die durch Revisionsoperationen auf über 95% ansteigt [Heinrich et al. 1992].

Dabei hängt das chirurgische Ergebnis von verschiedenen präoperativen bzw. konstitutionellen Faktoren des Auges ab; eine sehr gute Prognose (Wiederanlegerate beinahe 100%) haben Augen mit nur minimaler SRF, mit kleinen Foramina oder atrophischen Rundlöchern. Leicht gemindert wird die Prognose, wenn eine Aphakie- oder Pseudophakie- Ablatio vorliegt oder es zu einer kompletten Ablösung der NH gekommen ist. Eine weitere Einbuße an Erfolgsrate (Wiederanlage der NH in 50- 70 %) muss bei Ablationes angenommen werden, die durch eine Aderhautamotio, eine höhergradige PVR oder eine Glaskörperblutung kompliziert wurden oder bei denen ein Riesenriß der NH vorliegt [Regillo, Benson 1998].

2.7.3 Komplikationen

An auftretenden Komplikationen bei einer Plombenoperation kann man intraoperative Komplikationen sowie Komplikationen in der früh- und spät- postoperativen Phase unterscheiden.

2.7.3.1 Hypotonie / Hypertonie

Während der Operation kann es in sehr seltenen Fällen während des Legens der Matratzennähte für die Plombe zu einer unbeabsichtigten Perforation des Bulbus kommen. Dies kann eine unbeabsichtigte Drainage von SRF und nachfolgende Hypotonie des Auges verursachen.

Zu einer Erhöhung des Augeninnendrucks kann es in der früh- postoperativen Phase kommen. Wenn der Blutabfluß aus den Ciliarvenen durch die komprimierende Plombe behindert und durch eine Schwellung des Ciliarkörpers der Kammerwinkel verengt oder verlegt wird, kann der Augeninnendruck auf über 50 mmHg ansteigen. Mittels cycloplegischen Medikamenten sowie Acetacolamid und β - Blockern zur Senkung der Kammerwasserproduktion lässt sich der Druck effektiv senken. Nur in seltenen Fällen ist eine Lockerung der Einschnürung notwendig.

2.7.3.2 Infektion

Zu einer bakteriellen Infektion des verwendeten Plombenmaterials kann es zu jeder Zeit der postoperativen Phase kommen. Erkennbar wird dies häufig durch

persistierenden Schmerz, eine Chemosis, Injektion der Bindehaut sowie mukopurulenten Ausfluss aus dem Auge. In den meisten Fällen bleibt die Infektion lokal beschränkt, sie kann sich aber auch im lockeren Bindegewebe der Orbita ausbreiten und in sehr seltenen Fällen zu der gefürchteten Endophthalmitis führen. Daher ist eine alleinige orale oder intravenöse Antibiotikatherapie nicht ausreichend, zusätzlich sollte bei Verdacht auf eine Infektion das Plombenmaterial immer entfernt werden.

Häufig gefundene Keime sind *Staphylococcus aureus* und seltener, *Pseudomonas*. Das präoperative Einlegen der zu verwendenden Plombe in Antibiotika- haltige Lösungen, z. B. Gentamicin, hilft, das Risiko einer Plombeninfektion deutlich zu senken.

2.7.3.3 Extrusion

Kommt es zu einer Wiedereröffnung der über der Plombe befindlichen Conjunktiva und der Tenon'sche Kapsel, kann es zu einer Extrusion der Plombe kommen, d.h. die Plombe liegt frei und kann zu ständiger Irritation und evtl. zu einer Infektion führen. Auch in diesen Fällen muss das Plombenmaterial entfernt werden.

2.7.3.4 Aderhautamotio

Eine postoperative Abhebung der Aderhaut ist eine Komplikation, die gelegentlich bei älteren oder aphaken Patienten gesehen wird, auch eine prolongierte Drucksenkung im Auge während der OP scheint dazu beizutragen [Regillo, Benson 1998]. Ein therapeutisches Einschreiten ist allerdings in den seltensten Fällen notwendig, da sich die suprachoroidale Flüssigkeit meistens von selbst resorbiert und das Operationsergebnis nicht verschlechtert wird.

2.7.3.5 Motilitäts- und Refraktionsstörungen

Zu den späteren unerwünschten Folgen nach Plombenoperation zählen der Strabismus und das Sehen von Doppelbildern sowie Änderungen der Refraktion des Auges. Über Akkommodationsprobleme klagen viele Patienten, die sich meist aber nach einigen Monaten legen. Auch die Refraktionsänderungen sind nach diesem Zeitraum meist stabil, so daß dann eine Korrektur mittels Kontaktlinsen oder Brillengläsern vorgenommen werden kann [Ahmadieh et al. 2000].

2.7.4 Technik der Pars- Plana- Vitrektomie

Ziele der Vitrektomie in der Behandlung der rhegmatogenen NHA ist das Entfernen von eingetrübten oder hämorrhagischem GK, der eine gute Visualisierung der NH verhindert, das Entlasten vorhandener vitreoretinaler Traktionen, die Befreiung der Retina von Membranen, die eine Wiederanlegung oder eine gute Visuserholung behindern, sowie das Glätten und Wiederanlegen der NH mittels PFC und einer inneren Tamponade mit Gas oder Silikonöl. Dabei wird es mithilfe mikrochirurgischer Instrumente möglich, im Inneren des Auges selbst zu operieren und damit unmittelbaren Zugang zu den erkrankten Geweben zu erhalten.

Was bei der Plombentechnik indirekt und von außen geschieht, nämlich die Wiederannäherung der NH an ihre Unterlage und die Entlastung von Zugkräften, erfolgt bei der PPV im Binnenraum des Auges, womit das direkte Entfernen von pathologischen Strukturen möglich wird. Die dabei notwendige teilweise oder komplette Entfernung des GK erfordert eine innere Tamponade mittels Gas oder SÖ.

Die Pars- Plana- Vitrektomie kann sowohl in Allgemeinnarkose als auch in Regionalanästhesie mit Hilfe eines retrobulbären Blocks durchgeführt werden.

Zunächst werden mittels dreier kleiner Inzisionen die Conjunktiva und die Tenon'sche Kapsel in den superioren und inferotemporalen Quadranten eröffnet. An diesen Stellen wird jeweils eine Sklerotomie angelegt, die ca. 3,5 - 4,0 mm hinter dem Limbus positioniert ist.

Die erste Sklerotomie erfolgt im inferiotemporalen Bereich, da hier die Infusionskanüle eingeführt und befestigt wird. Das Saug- Schneidegerät (Vitrektom) und die fiberoptische Lichtquelle werden über die beiden anderen Ports in das Auge eingebracht.

Nun erfolgt eine posteriore Vitrektomie, wobei der Glaskörper im posterioren Bereich und besonders im Bereich des Loches entfernt wird. Der Augeninnendruck wird zum Verhindern eines Kollapses mit Hilfe der Infusion konstant gehalten. Vorhandene Membranen können entfernt werden. Vor oder nach dem Wiederanlegen der Retina werden die Netzhautlöcher mit Kryotherapie oder Laserkoagulation behandelt.

Mittels Flüssigkeits- Luft- Austausch wird die Retina geglättet und wieder in ihre physiologische Position gebracht. Vorhandene subretinale Flüssigkeit wird dabei entweder über ein vorhandenes Netzhautforamen oder eine posterior angelegte

Retinotomie nach innen drainiert. Gelingt hierbei das Wiederanlegen der Retina oder die Drainage der SRF nicht, kann als ein Zwischenschritt Perfluorocarbon installiert werden, welches als schwere Flüssigkeit die Netzhaut in posterior- anteriorer Richtung quasi auswalzen und auf ihrer Unterlage anlegen kann. Liegt die Retina nun an, wird das PFC gegen Luft ausgetauscht.

Wurden alle Löcher und Retinotomien mittels Laser oder Kryokoagulation behandelt, wird die Luft gegen ein langwirkendes, inertes Gas wie Sulfurhexafluorid (SF_6) oder Perfluoropropan (C_3F_8) in einer nicht- expandierenden Konzentration ausgetauscht (z. B. 20% SF_6 oder 14% C_3F_8). Ist eine längerdauernde interne Tamponade erwünscht, wird Silikonöl, entweder als 1000cs (centistoke) oder 5000cs Silikonöl, verwendet. Letzteres besitzt eine größere Viskosität und neigt weniger zur Emulsifikation. Im Gegensatz zu den Gasen, die sich nach einem Zeitraum von ca. 5-14 Tagen resorbieren, wird das Silikonöl über mehrere Monate oder auf Dauer im Auge belassen.

Wurde der Luft / Gas- bzw. Luft / Öl- Austausch komplett durchgeführt, werden die Sklerotomie und die darüber liegenden conjunktivalen Inzisionen mittels resorbierbaren Nahtmaterials verschlossen.

2.7.5 Indikation

Die primäre Pars- Plana- Vitrektomie stellt eine Alternative zu den episkleralen Techniken dar, die besonders bei komplizierten Netzhautsituationen wie starker PVR, begleitender Trübung der brechenden Medien (z. B. Glaskörperblutung) oder traktiven Ablationes eingesetzt wird. Auch bei traumatisch bedingten Ablationes, besonders nach einer perforierenden Verletzung, wird die PPV oftmals eingesetzt.

Aber auch die unkomplizierte Amotio stellt eine Indikation dar, da die Vitrektomie über einige nennenswerte Vorteile gegenüber der Plombenoperation verfügt. Aufgrund nur minimaler Manipulation an den äußeren Augenmuskeln und keiner Verformung der Sklera treten Änderungen der Refraktion, der Bulbusmotilität sowie Doppelbilder nur selten auf. Zudem ist mit einem sofortigen Wiederanlegen zu rechnen, da nicht wie bei der Plombentechnik die Resorptionsprozesse der subretinalen Flüssigkeit abgewartet werden müssen. Auch die Gefahr einer persistierenden Ablatio wie bei einer falsch oder unzureichend positionierten Plombe ist geringer [Bornfeld 2001]. Da die episkleralen Methoden nur begrenzt einsetzbar sind bei sehr großen, zahlreichen oder extrem posterior positionierten Löchern oder

bei stark blasig abgehobener Netzhaut, stellt hier die Vitrektomie eine sinnvolle Alternative dar.

2.7.6 Chirurgische Resultate

Seit den frühen achtziger Jahren wird über gute Erfolge der primären PPV berichtet. Die Wiederanlegeraten nach erster Operation reichen bei verschiedenen Untersuchern von 87- 94% [Regillo, Benson 1998, Senn et al. 2002]. Dabei wurden seit den neunziger Jahren durch die zunehmender Verbesserung der mikrochirurgischen Instrumente, der zunehmenden Erfahrung der Operateure und neuen Verfahren wie dem Einsatz von flüssigem PFC über immer bessere und konstantere Erfolge bei der Behandlung der rhegmatogenen NHA durch die Vitrektomie berichtet. Auch die erzielten Visusergebnisse lassen sich mit denen nach Plombenoperation vergleichen.

2.7.7 Komplikationen

Die Pars- Plana- Vitrektomie stellt nicht nur eine effiziente, sondern aufgrund ihrer Invasivität auch eine komplikationsträchtige Behandlungsform dar.

Potentiell gravierende Komplikationen wie Katarakt- Entstehung, iatrogene Bildung neuer Netzhautlöcher und – Ablösungen, Endophthalmitis, Entstehung einer PVR oder Keratopathie drohen. Auch nach Entfernung des Silikonöls bleibt ein erhöhtes Risiko für Langzeitkomplikationen bestehen [Hutten et al. 1994].

2.7.7.1 Kataraktentstehung

Die Vitrektomie führt früher oder später fast immer zur Linsentrübung, besonders wenn Silikonöl verwendet wurde. Intraoperativ kann ein unabsichtliche Berühren der Linse mit den Vitrektomie- Instrumenten beim Entfernen von retrolentikulärem oder anteriorem GK zur Eintrübung führen [Sachsenweger 1994]. Besonders nach Tamponade mittels Gas oder SÖ prädisponiert der längere Kontakt der intraokularen Gasblase oder des SÖ mit der hinteren Linsenfläche zur Kataraktentstehung. Eine Studie berichtet über eine signifikante Linsentrübung nach Vitrektomie mit Gasinstallation in bis zu 86% [Heimann et al. 1996].

2.7.7.2 Glaukom oder Hypotonie

Zahlreiche Mechanismen können zu einer postoperativen Veränderung des Augeninnendrucks führen. Zu einer Glaukomentwicklung können eine Verstopfung des Trabekelwerks durch in den GK- Raum gelangte Blutbestandteile (Erythrozyten), eine Verlegung des Kammerwinkels durch proliferierende Membranen oder eine längerfristige postoperative Therapie mit Steroiden führen [Sachsenweger 1994]. In der frühen postoperativen Periode wird ein erhöhter Augeninnendruck häufig durch eine expandierende Gasblase oder eine evtl. zusätzlich verwandte Cerclage verursacht.

Eine postoperative Hypotonie ist ein häufiges Problem bei Augen mit schwerer PVR, die mittels Vitrektomie behandelt wurden [Barr et al. 1993]. Auch eine extensive Photokoagulation im Bereich der peripheren Retina kann das Epithel des Ciliarkörpers schädigen und zu einer Hypotonie beitragen. Bei einem chronisch erniedrigten Augendruck droht eine Phtisis bulbi.

2.7.7.3 PVR- Entstehung

Das Auftreten einer PVR wird sowohl nach Plombenoperation als auch nach Vitrektomie beobachtet. Nach neuesten Erkenntnissen geht man davon aus, dass die Entstehung einer PVR durch intraoperativ nicht erkannte Netzhautlöcher bedingt ist [Scott 2002]. Eine proliferierende Vitreoretinopathie wurde nach PPV wegen rhegmatogener Ablatio in 3- 11% der Fälle beobachtet [Heimann et al. 1996, Bartz-Schmidt et al. 1996].

2.7.7.4 Bildung neuer NH- Löcher / Reablatio

Wird eine Vitrektomie durchgeführt, kann es entweder infolge direkter mechanischer Schädigung der Retina durch die Instrumente oder durch intraoperativen Zug an vitreoretinalen Adhärenzen zu einer Lochbildung kommen.

Besonders beim „Peelen“ proliferativer Membranen von der NH kann es zu Einrissen kommen. Eine Studie berichtet über die Bildung neuer Foramina nach PPV in bis zu 26% [Schepens et al. 2000]. Auch wenn die Zahlen vielfach niedriger liegen, ist eine aufmerksame postop. Funduskontrolle nach PPV sehr wichtig.

Das Nichterkennen neuer iatrogenen Löcher oder verbleibender vitreoretinaler Traktionen birgt die Gefahr einer postoperativen erneuten NHA in sich. Höing

[Höing et al. 1995] berichtet in seiner Studie über primäre Vitrektomie bei rhegmatogener Ablatio über eine Reamotio in 22% der Fälle.

Auch die PVR- Entstehung nach PPV führt häufig zu einer erneuten Netzhautablösung. So wird über eine erneute Ablösung der NH nach PPV wegen PVR oder Riesenrissen in bis zu 22% bzw. 40% berichtet [Wilkinson 1998]. Als weitere mögliche Komplikationen durch die Vitrektomie werden in der Literatur Glaskörperblutung, Epithelödem der Cornea, Keratopathie, Gesichtsfeldausfälle und sehr selten Endophthalmitis und sympathische Ophthalmie berichtet.

2.7.4 Koagulationsarten

2.7.4.1 Kryokoagulation

Diese Form der Kälteanwendung wird häufig während einer Plombenoperation verwendet, um die Retina um ein bestehendes Loch herum wieder an das RPE anzuheften. Über die Spitze einer kleinen Sonde, die auf die Sklera aufgesetzt wird, wird die Choriocapillaris mit flüssigem Stickstoff angefroren so dass eine feste chorio- retinale Narbe entsteht. Die Retina verfärbt sich an dieser Stelle weiß.

2.7.4.2 Laser

Die Technik der Laser- Photokoagulation wird sowohl in der prophylaktischen Behandlung asymptomatischer Foramina als auch intraoperativ, z. b. im Rahmen einer PPV zur Versorgung vorhandener Löcher benutzt. Mit einem Argonlaser werden 2-3 Reihen möglichst gleich großer, regelmäßiger Laserherde rund um das Loch appliziert. Der erwünschte Effekt ist eine durch die Hitzeentwicklung entstehende Narbenbildung.

3. Material und Methode

3.1 Analyse der Daten

Die Krankenakten von allen Patienten, die im Zeitraum von 1989 bis 1997 an der Universitäts- Augenklinik Marburg wegen einer rhegmatogenen Netzhautablösung operiert wurden, wurden retrospektiv ausgewertet. Alle Patienten, die aufgrund einer rhegmatogenen NHA mittels Vitrektomie oder Plombenoperation versorgt wurden, gingen in die Untersuchung mit ein.

Zu den Ausschlusskriterien gehörten: NHA aufgrund einer diabetischen proliferativen Vitreoretinopathie (PDVR), aufgrund einer Retinopathia praematurorum sowie aufgrund von Gefäßerkankungen des Auges. Auch exsudative Ablationes galten als Ausschlusskriterium. Augen, die bereits einen vitreoretinalen Eingriff egal aus welcher Ursache erhalten hatten, wurden ebenfalls nicht berücksichtigt. Patienten, die von einer anderen Klinik zugewiesen worden waren, nachdem sie dort aufgrund einer NHA operativ behandelt worden waren, wurden in einer gesonderten Gruppe erfasst.

Die Visusbestimmung erfolgte nach Angaben in der Krankenakte. Um statistische Berechnungen durchzuführen, wurden die Werte ähnlich den Vorschlägen von Hartmann in ein Skalierungssystem aus 20 Visusstufen transformiert [Hartmann 1987]. Dabei entspricht die Visusstufe 20 einem Visus von 1,0 sowie die Visusstufe 0 einem Visus von nulla lux.

3.2 Patienten

Die erfassten Ausgangsdaten beinhalteten das Alter der Patienten, Geschlecht, Art und Dauer der Symptomatik sowie weitere Charakteristika des zu operierenden Auges wie der Linsenstatus, Refraktionsanomalien, Zustand nach okularen Trauma sowie der Augeninnendruck. Zustände, die einen geringen präoperativen Visus bedingen können wie Katarakt, Amblyopie oder Glaskörpereinblutungen, wurden ebenfalls erfasst.

Der präoperative Netzhautbefund wurde anhand der in der Akte befindlichen Fundusskizze beurteilt. Registriert wurden Art und Anzahl der Netzhautlöcher, die Ausdehnung der Amotio in Quadranten sowie ob die Macula mit abgehoben war oder nicht. Das Vorliegen einer PVR wurde anhand der Klassifikation des Retina Society

Comitee von 1983 dokumentiert, und, falls diese Information vorhanden war, in anteriore und posteriore PVR differenziert.

3.3 Operationsmethode

Die intraoperativen Daten, die erfasst wurden, schlossen bei der Plombenoperation die Art und Ausdehnung der verwendeten Plombe (radiär, limbusparallel oder Cerclage) und bei der Pars- Plana Vitrektomie die Art der verwendeten Endotamponade ein. Falls im Rahmen der PPV eine zusätzliche Cerclage angelegt wurde, ging dies ebenfalls in die Dokumentation mit ein. Sofern die Applikation von Laser in der postoperativen Phase zur Sicherung der chorioretinalen Verbindung eingesetzt wurde, wurde dies als Teil der initialen Operation angesehen. Weiterhin wurden intraoperative Komplikationen wie akzidentielle Bulbusperforationen, Glaskörperblutung, subretinale Blutung und Aderhautamotio erfasst.

3.4 Postoperativer Verlauf und Kontrollen

Postoperativ wurden erneut der beste korrigierte Visus sowie der intraokulare Druck festgehalten und es wurde dokumentiert, ob die Netzhaut in toto anlag oder nicht.

In der Gruppe der vitrektomierten Patienten wurde der Linsenstatus dokumentiert. Das Vorhandensein postoperativer Komplikationen wie Ausbildung oder Aggravation einer präexistenten PVR, erneute Netzhautablösung oder eine persistierende Amotio aufgrund nicht detektierter Löcher wurden festgehalten. Falls eine Reoperation zur Erzielung des anatomischen Erfolges notwendig war, wurden die Indikation sowie Art und gegebenenfalls auch Anzahl der Reoperationen festgehalten.

Die Dauer des Nachbeobachtungszeitraumes und die Anzahl der Kontrolluntersuchungen wurden ebenfalls dokumentiert. Der bei letzter Kontrolle festgehaltene Netzhautbefund wurde als Erfolg gewertet, falls die Netzhaut komplett anlag. Bester korrigierter Visus, intraokularer Druck sowie in der PPV- Gruppe der Linsenstatus wurden festgehalten.

3.5 Statistik

Die erfassten Daten wurden in einer Computer- Datenbank gespeichert (FilemakerPro 3.0).

Die statistischen Analysen wurden mit dem Statistikprogramm SPSS durchgeführt [Bryman, Cramer 2001].

Zur Überprüfung von nominal skalierten Häufigkeiten (z. B. Geschlecht, Risikofaktoren, Komplikationen) wurden die Häufigkeiten prozentual berechnet und mit Hilfe von Kreuztabellen und des chi- Quadrat- Testes auf statistische Signifikanz überprüft.

Für Parameter, die in einer metrischen Skalierung vorlagen, wurde der student-t -test für unverbundene Stichproben verwendet. Die Beurteilung der Visusentwicklung im postoperativen Verlauf wurde anhand der Visusäquivalente mittels t-Test für verbundene Stichproben vorgenommen. Die Irrtumswahrscheinlichkeit alpha wurde mit fünf Prozent festgelegt ($p < 0,05$).

3.6 Patientengruppen

Anhand der vorherrschenden Pathologie und den damit verbundenen verschiedenen Operationsrisiken wurden die Patienten in Untergruppen eingeteilt.

Nach Betrachtung des gesamten Patientenkollektivs bezüglich ihres anatomischen und funktionellen Ergebnisses nach dem jeweils eingesetzten Operationsverfahren (Vitrektomie bzw. Plombenoperation) wurden die Ergebnisse in den jeweiligen Untergruppen untersucht. Dabei wurden aufgrund von pathophysiologischen Überlegungen alle Augen mit Zustand nach okularem Trauma zusammengefasst („Augen mit posttraumatischer Ablatio“, $n=125$). Weiterhin stellen die pseudophaken und aphaken Augen eine besondere Entität dar. Da sich insgesamt in der Gruppe der aphaken Augen nur wenige Fälle befinden ($n=44$) wurden sie, um eine statistische Untersuchung zu ermöglichen, mit den pseudophaken Augen ($n= 174$) zusammen analysiert („Augen mit pseudophaker / aphaker Ablatio“, $n=218$). Die Augen, bei denen weder eine Linsenanomalität noch ein okulares Trauma vorlag, wurden ebenfalls in einer Gruppe zusammengefasst („phake Augen“, $n= 713$).

4. Ergebnisse

4.1 Ergebnisse aller Patienten mit rhegmatogener Ablatio retinae

4.1.1 Demographische Daten

Einen Überblick über die Basisvariablen der gesamten Studiengruppe von 1056 Patienten gibt die Tabelle 2.

Von den 1056 Augen erhielten als primäre Operation 860 (81,4%) eine Plombenoperation und 196 (18,6%) eine primäre Pars- Plana- Vitrektomie (PPV).

Tabelle 2: Ausgangsdaten der Patienten mit rhegmatogener NHA

	Plombenoperation n =860		Vitrektomie n = 196		P- Wert
Alter					
Mittelwert (+/- SD)	56	(17,4)	51	(19,0)	0,07
Geschlecht					
männlich	470	54,7%	131	66,8%	0,02
weiblich	390	45,3%	65	33,2%	
Auge					
rechts	451	52,4%	106	54,1%	0,678
links	409	47,6%	90	45,9%	
Vorerkrankungen					
Trauma	62	7,2%	63	32,1%	<0,01
Glaukom	38	4,4%	16	8,2%	0,03
Cataract	123	14,3%	35	17,9%	0,208
Myopie	373	43,4%	66	33,7%	0,13
GK- Blutung	40	4,7%	24	12,2%	<0,01
Amblyopie	38	4,4%	17	8,7%	0,016
Linsenstatus					
Phak	638	74,2%	119	60,7%	NA
IOL	148	17,2%	45	23,0%	NA
Aphak	30	4,7%	30	15,3%	NA
keine Angabe	34	4,0%	2	1,0%	NA
Beob.zeitraum(d)					
Mittelwert +/- SD	126,4	(274,4)	219,9	(273,9)	<0,01
Anzahl Kontrollen					
Mittelwert +/-SD	1,2	(1,31)	2,2	(1,84)	<0,01
Symptombdauer (d)					
Mittelwert +/- SD	34,5	(147,1)	58	(295,1)	0,107

SD: standard deviation; NA: nicht anwendbar

4.1.1.1 Alter und Geschlecht

Das Alter der Patienten lag zwischen einem und 92 Jahren und betrug im Schnitt 55 Jahre (Mittelwert; $\pm 17,78$ SD). Dabei sind die Patienten der Plombengruppe im Schnitt fünf Jahre älter als die der Vitrektomiegruppe.

Insgesamt nahmen 601 Männer (56.9%) und 455 Frauen (43.1%) an dieser Untersuchung teil, wobei 557 (52,7%) rechte und 499 (47,3%) linke Augen betroffen waren. Einen Überblick über die Altersverteilung gibt die Abbildung 1.

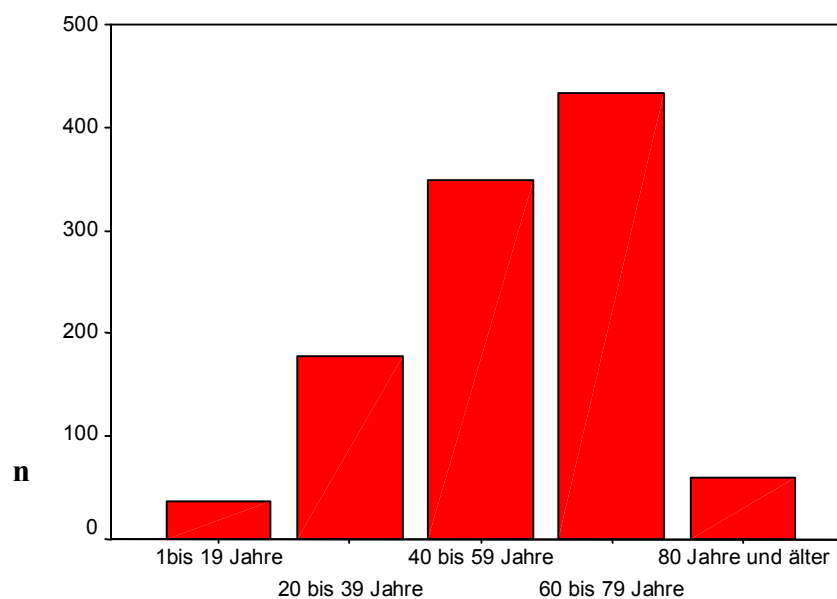


Abbildung 1: Altersverteilung der 1056 Patienten mit rhegmatogener Netzhautablösung

4.1.1.2 Beobachtungszeitraum und Kontrollen

Der mittlere Nachbeobachtungszeitraum aller Patienten lag bei im Mittel 143 Tagen (± 276 SD; Median 44 Tage). Insgesamt erschienen die Patienten nach Abschluß der Behandlung zu im Schnitt 1,7 Kontrollterminen ($\pm 1,47$ SD). Die Patienten, die eine Vitrektomie erhalten hatten, wurden im Schnitt länger nachbeobachtet und zu mehr Kontrollterminen einbestellt (siehe Tabelle 2).

4.1.1.3 Symptombdauer

Die von den Patienten subjektiv bemerkte und angegebene Zeitdauer des erstauftretenen Symptoms (Lichtblitze, Sehverschlechterung, Gesichtsfeldverlust) betrug durchschnittlich 39 Tage (+/- 184 SD; Median vier Tage).

4.1.1.4 Ophthalmologische Vorerkrankungen

Im Rahmen der Aufnahmeuntersuchung wurden folgende Charakteristika erhoben: Anamnestisch ein okulares Trauma hatten erlitten: 125 Patienten (11.9%), davon 61 im Sinne eines stumpfen Traumas (Contusio bulbi) sowie 64 im Sinne eines spitzen Traumas (Perforationsverletzung). Sowohl von einem okularen Trauma, als auch von einer präoperativen Glaskörperblutung, einer Amblyopie und einem präoperativen Glaukom waren deutlich mehr Augen in der Vitrektomiegruppe betroffen. Eine Myopie von 5 Dioptrien oder mehr war bei 150 Augen der Plombengruppe (17,4%) und bei 29 Augen der Vitrektomiegruppe (14,8%) anzutreffen.

4.1.1.5 Linsenstatus

757 Augen (71,4%) zeigten eine kristalline Linse (Phakie). Eine Linsenlosigkeit (Aphakie) zeigte sich bei 70 Augen (6,6%), eine intraokulare Kunstlinse fand sich bei 193 Patienten (18,3%). Bei 36 Augen lag keine Angabe vor (3,4%).

4.1.2 Netzhautbefund bei rhegmatogener Ablatio

Die Parameter des präoperativen Netzhautbefundes inklusive Ausdehnung der NHA, Art und Anzahl der Löcher, PVR und Maculabeteiligung ist - nach OP- Methode aufgeschlüsselt - der Tabelle 3 zu entnehmen.

Tabelle 3: Präoperativer Netzhautbefund aller Augen

	Plombenoperation		Vitrektomie		P- Wert
	n	%	n	%	
NHA in Quadranten					
bis zu einem Q.	166	19,3	4	2	NA
bis zu zwei Q.	370	43	51	26	NA
bis zu drei Q.	198	23	32	16,3	NA
bis zu vier Q.	126	14,7	109	55,6	NA
Totalamotio	64	7,4	102	52	<0,01
Maculabeteiligung	252	29,3	114	58,2	<0,01
Lochform					
kein Loch präoperativ	70	8,1	53	27	NA
1 Hufeisenforamen	290	33,7	29	14,8	NA
1 Rundloch	126	14,7	20	10,2	NA
multiple Lochbildungen	340	39,5	51	26	NA
Riesenriß	7	0,8	38	19,4	<0,01
Orariß	27	3,1	5	2,6	0,664
PVR	116	13,5	82	41,8	<0,01
anterior loops	5	0,6	18	19,2	<0,01

4.1.2.1 Ausdehnung der Amotio

Mit Hilfe der indirekten Ophthalmoskopie wurde die Ausdehnung der Amotio beurteilt.

Hierbei zeigte sich, daß bei 170 Augen (16,1%) der Gesamtgruppe maximal ein Quadrant von der NHA betroffen war; bei 421 Augen (39,9%) waren max. 2 Quadranten, bei 230 (21,8%) max. drei Quadranten, und bei 235 (22,3%) Augen bis zu vier Quadranten von der Ablösung betroffen. Eine Differenzierung nach Therapiegruppe zeigt die Abbildung 2.

Bei 166 Augen (15,7%) zeigte sich eine komplette Ablösung der Netzhaut. Eine Abhebung der Macula lutea fand sich bei 366 Augen (34,5%).

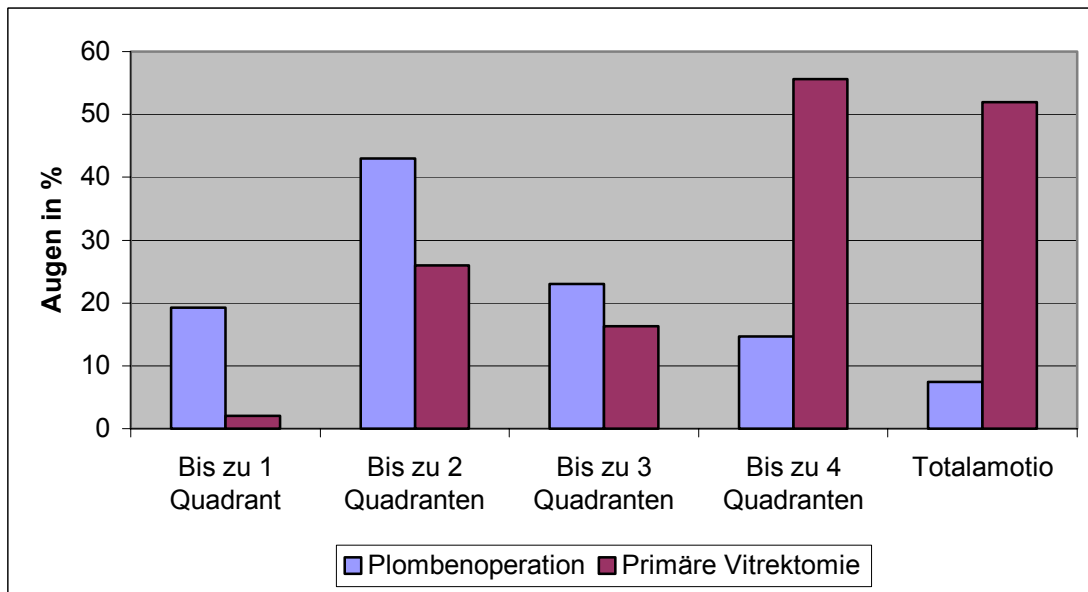


Abbildung 2: Ausdehnung der NHA aller Augen

4.1.2.2 Lochformen

Es wurde zwischen singulärem Hufeisen- oder Rundforamen, multiplen Löchern, Riesenriß und Orariß unterschieden.

Bei 318 Augen der gesamten Studiengruppe wurde präoperativ ein einzelnes Hufeisenforamen diagnostiziert. Bei 146 Augen lag ein einzelnes Hufeisenforamen vor.

Ein Riesenriß (Einriß der Netzhaut über eine Ausdehnung von 90° oder mehr) zeigte sich in 45 Augen (4,3%), ein Orariß in 32 Augen (3%). In 123 Augen konnte präoperativ kein Netzhautloch lokalisiert werden (11,6%). Bei 319 Augen (48,7%) liegen Lochformationen aus mehreren Löchern oder Locharten vor, z.B. zwei oder mehr Hufeisenforamen bei 123 Augen (11,6%) oder Rundlochgruppen von vier oder mehr Rundlöchern in 60 Augen (5,7%). Eine Aufschlüsselung der Lochformen in den beiden Therapiegruppen zeigt Tabelle 3.

4.1.2.3 PVR

Eine präoperative PVR lag bei 198 Augen vor (18,8%), bei 23 Augen (2,2%) bestanden zusätzlich anterior loops.

Eine Aufteilung auf die verschiedenen PVR- Stadien (nach OP-Methode aufgeschlüsselt) zeigt die Abbildung 3. Während sich bei den Augen mit niedrigeren PVR- Stadien eher die weniger invasive Plombentechnik (SB) eingesetzt wurde, zeigt sich bei den höheren PVR-Stadien ein Überwiegen der Vitrektomietechnik (PPV).

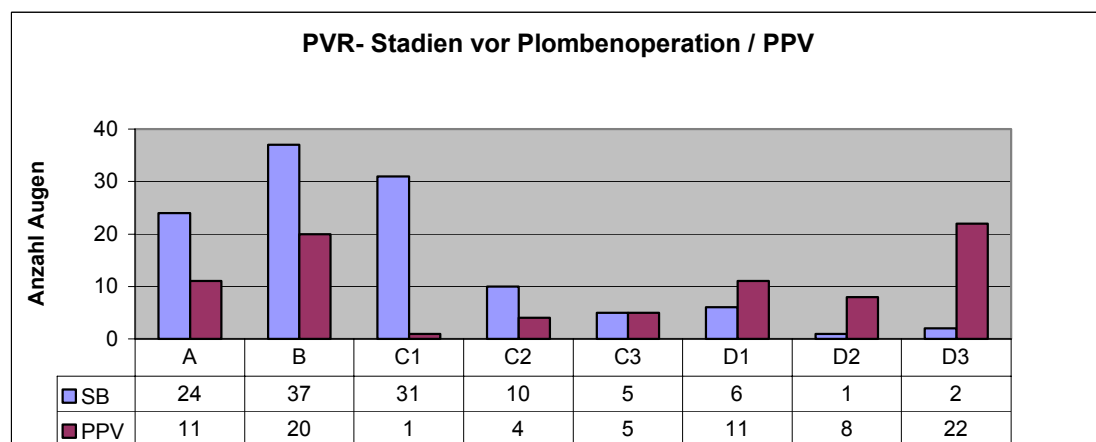


Abbildung 3: Präoperativer PVR- Status

4.1.3 Operationsart

Bei 196 Augen (18,5%) wurde eine Pars- plana Vitrektomie durchgeführt, die restlichen 860 Augen (81,5%) erhielten eine Plombenoperation. Die Verteilung auf die angewandten Verfahren (Gas / Öl bzw. Plombenform radiär / limbusparallel) ist in Tabelle 4 dargestellt. Von den 196 PPV- Patienten erhielten 150 zusätzlich eine Cerclage (76,5%).

Tabelle 4: Verwendete Operationsmethode bei rhegmatogener NHA

Operationsform (n = 1056)		
radiäre Plombe	380	36%
limbusparallele Plombe	302	28,6%
Cerclage	140	13,3%
Kombination	38	3,6%
PPV mit Silikonöl	123	11,6%
PPV mit Gas	73	6,9%
PPV & Cerclage	150	14,2%

Die Entwicklung der Art der Endotamponade über die Jahre zeigt Abbildung 4.

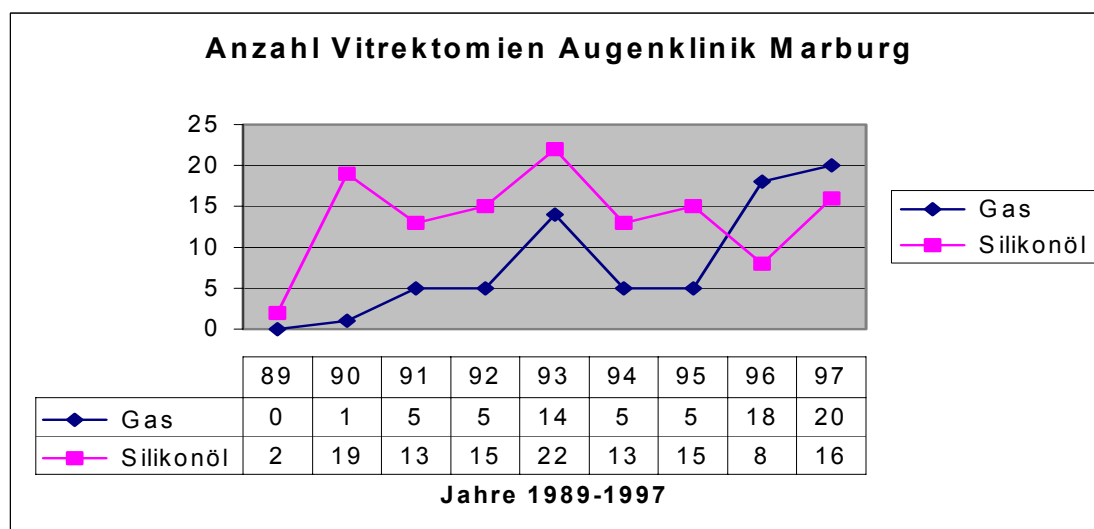


Abbildung 4: Art der verwendeten Endotamponade bei PPV

Entsprechend der Weiterentwicklung der vitreoretinalen Chirurgie und der Pars-Plana- Vitrektomie sieht man eine Zunahme der durchgeführten Vitrektomien am Anfang der neunziger Jahre. Weiterhin erkennt man einen vermehrten Einsatz von gasförmigen Endotamponaden (C₂F₆ oder SF₆).

4.1.4 Anatomische und funktionelle Ergebnisse bei rhegmatogener Ablatio

4.1.4.1 Präoperativer Visus

Das beste korrigierte Sehvermögen vor dem primären Eingriff wurde für alle Patienten festgehalten. Die entsprechenden Werte nach Op- Methode (Plombe oder Vitrektomie) sind in Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Anatomische und funktionelle Ergebnisse bei rhegmatogener NHA

	Plombenoperation (n=680)		Vitrektomie (n=196)		P-Wert
Präoperativ					
Visus < 0,1	317	36,9%	166	84,7%	NA
Visus >0,1 < 0,4	242	28,1%	21	10,7%	NA
Visus >0,5	300	34,9%	9	4,6%	NA
mittlerer Visus (VS I) (+/-SD)	11,05	(7,37)	3,32	(5,21)	<0,01
Postoperativ					
Visus <0,1	179	20,8%	162	82,7%	NA
Visus>0,1 < 0,4	387	45%	31	15,8%	NA
Visus> 0,4	294	34,2%	3	1,5%	NA
mittlerer Visus (VS II) (+/-SD)	12,94	(5,82)	3,85	(4,45)	<0,01
Durchsch. Visusänderung II-I (+/-SD)	+1,88	(5,47)	+0,53	(5,67)	<0,01
Netzhaut					
anliegend	646	75,1%	159	81,1%	0,075
letzte Kontrolle					
Visus <0,1	159	18,5%	119	60,7%	NA
Visus>0,1 < 0,4	340	39,5%	62	31,6%	NA
Visus> 0,4	361	42%	15	7,7%	NA
durchsch. Visusänderung III-II (+/-SD)	+0,69	(3,72)	+2,75	(5,63)	<0,01
mittlerer Visus VS III (+/-SD)	13,64	(5,89)	6,6	(5,99)	<0,01
Netzhaut					
anliegend	791	92%	169	86,2%	0,011

SD: Standard deviation; VS: Visusstufen; NA: nicht anwendbar

4.1.4.2 Postoperativer Visus

Vergleicht man die Visusentwicklung der jeweiligen Patientengruppen, so zeigt sich in beiden Gruppen ein signifikanter Visusanstieg. Bei den Augen nach Plombenoperation zeigt sich ein postoperativer Visusanstieg von 1,88 Visusstufen ($p < 0,01^*$). Ein Vergleich des postoperativen Visuswertes mit der im Rahmen der letzten Nachuntersuchung festgestellten Sehschärfe zeigt einen Anstieg von weiteren 0,69 Visusstufen ($p < 0,01^*$). Insgesamt ist der Visus von im Mittel 11 präoperativ auf 13,6 Stufen bei letzter Kontrolle angestiegen.

Insgesamt 425 Augen (49,9%) haben einen stabilen, 310 Augen (36%) einen zum Ausgangsvisus verbesserten Endvisus. (siehe Abbildung 5).

Bei den vitrektomierten Augen liegt ein mittlerer postoperativer Visusanstieg von 0,53 VS vor; dieser Visusanstieg ist nicht signifikant ($p = 0,192^*$).

Der durchschnittlich gemessene weitere Visusanstieg (zwischen Entlassungsvisus und Visus bei letzter Kontrolle) liegt mit 2,75 Visusstufen deutlich darüber ($p < 0,01^*$).

Somit konnten die Augen nach Vitrektomie ihren Visus durchschnittlich von 3,3 auf 6,6 Visusstufen steigern. Insgesamt konnten 98 Augen (50%) ihren Visus stabil halten; bei 66 Augen (33,7%) konnte eine dauerhafte Verbesserung der Sehschärfe festgestellt werden (siehe Abb. 5).

[*: P- Wert in Tabelle nicht dargestellt]

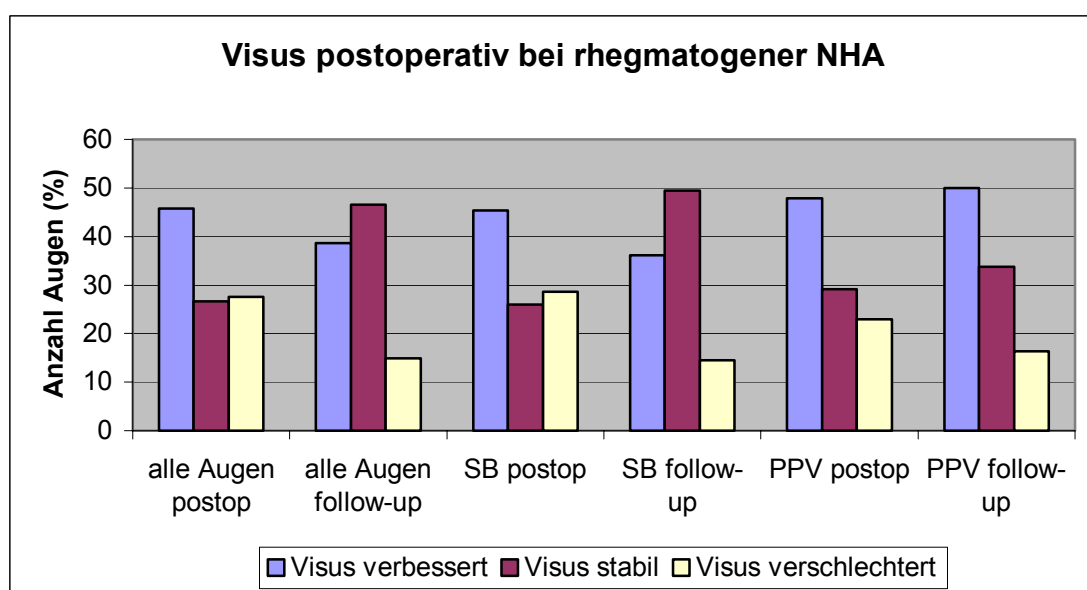


Abbildung 5: Visusentwicklung aller Patienten mit rhegmatogener Ablatio

4.1.4.3 Wiederanlage

Die Wiederanlage der Netzhaut, also der anatomische Erfolg, wurde am Ende des ersten Eingriffs dokumentiert. Dabei wurden nur Augen mit einer kompletten Wiederanlage als Erfolg bewertet. Bezogen auf das Gesamtkollektiv, war dies bei 805 Augen (76,1%) der Fall. Davon entfielen 646 Augen auf die episklerale Plombenoperation (75,1%) und 159 Augen auf die Vitrektomie (81,1%). Bestand noch eine Restamotio, wurden solche Augen der Gruppe der Mißerfolge zugeordnet.

Bei abschließender Kontrolle im Rahmen der letzten Nachuntersuchung lag die Anzahl der Augen mit komplett anliegender Netzhaut bei 960 Augen (90,9%) (siehe Abbildung 6). Bei 791 Augen nach Plombenoperation (92%) und bei 169 Augen nach Vitrektomie (86%) konnte ein dauerhafter anatomischer Erfolg erzielt werden.

Weiterhin zeigt sich, daß im Vergleich der absoluten Erfolgsraten die Augen, die eine Kombination aus PPV und Cerclage erhalten hatten, häufiger eine komplette Wiederanlage der Netzhaut zeigten als die Augen, die nur mittels PPV behandelt wurden (90% vs 73,9%, $p=0,006$).

Einen Vergleich der Erfolgsraten nach OP-Methode zeigt die Tabelle 5.

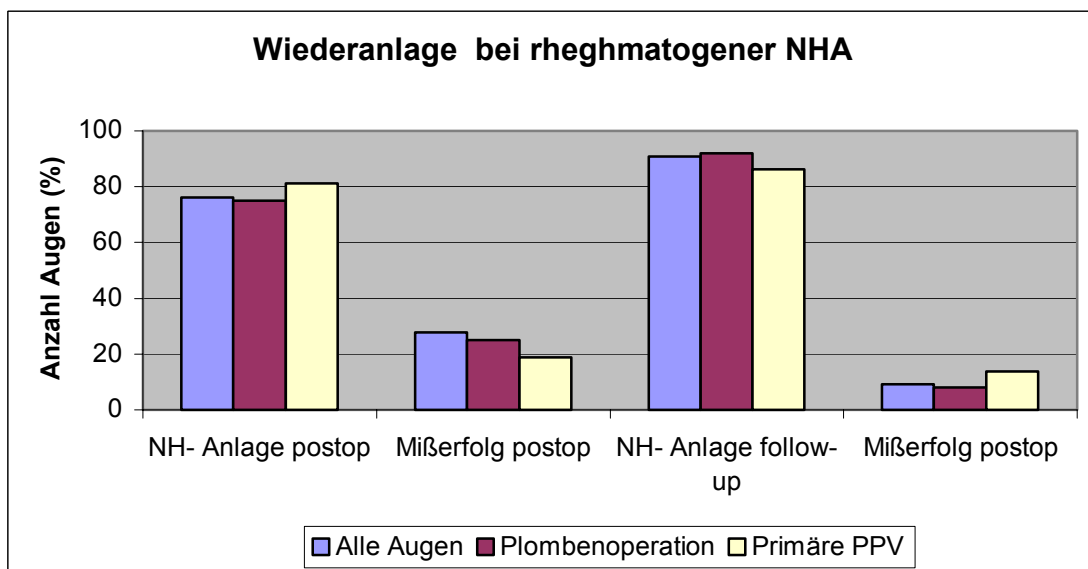


Abbildung 6: Wiederanlagerate aller Augen

4.1.4.4 Intraoperative Komplikationen

Iatrogenen Komplikationen im Rahmen des ersten Eingriffs waren bei 142 der 1056 operierten Augen (13,4%) zu verzeichnen.

Tabelle 6 zeigt diese Komplikationen in Abhängigkeit von der Operationsmethode.

Dabei zeigte sich bei 25 Augen eine Glaskörpereinblutung, eine Abhebung der Aderhaut trat bei 74 Augen auf. Zu einer subretinalen Blutung kam es in 39 Fällen. Eine akzidentielle Bulbusperforation trat bei vier Augen auf. Die vitrektomierten Augen waren häufiger von einer subretinalen Blutung betroffen.

Tabelle 6: Komplikationen nach vitreoretinalem Eingriff bei NHA

	Plombenoperation		Vitrektomie		P-Wert
	n	%	n	%	
Intraoperativ					
Aderhautamotio	17	2	8	4,1	0,142
Perforation	3	0,3	1	0,5	0,74
Glaskörperblutung	17	2	8	4,1	0,08
subretinale Blutung	27	3,1	12	6,1	0,046
Postoperativ					
Hypotonie	13	1,5	7	3,5	NA
Hypertonie	33	3,8	17	8,7	0,004

4.1.4.5 Anzahl Operationen

Für alle Augen wurde die Anzahl der Revisionseingriffe festgehalten.

So war bei 656 von 1056 Augen die Behandlung nach einer Operation abgeschlossen (62,1%). Bei 216 Augen schloß sich ein weiterer Eingriff an die initiale Operation an (20,5%). 184 Augen erhielten zwei oder mehr Reoperationen (17,4%).

Die im Rahmen des zweiten Eingriffs durchgeführten Operationen sind, für die beiden Therapiegruppen getrennt, in Tabelle 7 aufgeführt. Durchschnittlich wurden die Augen nach Plombe 0,69mal ($\pm 1,35$ SD) und die Augen nach PPV 1,2mal reoperiert ($\pm 1,35$ SD) ($p < 0,01$).

Tabelle 7: Art der ersten Reoperation nach Plombe / PPV

	Plombenoperation		Vitrektomie	
	n	%	n	%
PPV Öl	10	6,4	18	30
PPV Gas	12	7,7	3	5
Plb-Revision	39	25	0	0
Plb-Entfernung	35	22,4	0	0
Cerclage	23	14,7	1	1,7
Plb. Neu	37	23,8	0	0
Ölentfernung	0	0	38	63,3

Das Anlegen einer erneuten episkleralen Plombe (radiär, limbusparallel oder als Cerclage) oder die Revision einer bereits liegenden Plombe aufgrund einer unzureichenden Tamponade des Netzhautloches musste bei 60 bzw. 39 Augen durchgeführt werden. Die Entfernung einer bereits vorhandenen Plombe aufgrund von Infektionen oder Refraktionsanomalien wurde bei 35 Augen notwendig. 22 Augen nach Plombenoperation erhielten als Zweiteingriff eine sekundäre Vitrektomie. Die anatomische Erfolgsrate lag dann bei 15 Augen (68,2%).

Im gesamten Behandlungsverlauf erhielten 114 von 860 Augen nach Plombenoperation eine sekundäre Vitrektomie (13,3%). Mußte eine PPV als Folgeeingriff nach Plombe durchgeführt werden, war die anatomische Erfolgsrate signifikant niedriger (86,8% statt 92,8%, $p=0,03$).

Von den primär vitrektomierten Augen erhielten 21 Augen eine Re-Vitrektomie (35%), um eine Netzhautanlage zu erreichen; bei einem Auge war die Anlage einer zusätzlichen Cerclage nötig.

4.1.4.6 Indikation für erneuten vitreoretinale Eingriff

Folgende Indikation wurde für den zweiten Eingriff angegeben:

Bei 20 Augen war es postoperativ zur Ausbildung einer konservativ nicht beherrschbaren PVR gekommen. Bei 44 Augen war im weiteren Verlauf eine Reamotio aufgetreten, und bei 74 Augen wurde eine Persistenz der ursprünglichen Amotio festgestellt. Eine behandlungsbedürftige Glaskörperblutung zeigte sich bei drei Augen.

Bei 35 Augen nach Plombenoperation musste eine Entfernung des Plombenmaterials aufgrund von Refraktionsanomalien, Extrusion oder Infektion durchgeführt werden.

Bei 38 von 123 Patienten, die eine Vitrektomie mit Silikonöl erhalten hatten, wurde im Rahmen der ersten Re-Op eine Ölablassung durchgeführt (31%). Im gesamten Beobachtungszeitraum erhielten 81 Augen eine Ölentfernung (65,6%).

Einen Überblick über Anzahl und Indikation zur Reoperation in den beiden Therapiegruppen gibt die Tabelle 8.

Tabelle 8: Anzahl und Indikation bei Reoperation

	Plombe (n = 680)		Vitrektomie (n=196)		P- Wert
	n	%	n	%	
Anzahl Operationen					
eine	578	67,2	78	39,8	NA
zwei	156	18,1	60	30,6	NA
mehr als zwei	126	14,7	58	29,6	NA
Grund für zweiten Eingriff					
PVR- Amotio	14	9	6	10	0,816
Glaskörperblutung	2	1,3	1	1,7	0,829
Persistierende NHA	70	44,9	4	6,7	<0,01
Reamotio	33	21,2	11	18,3	0,645
Plombenentfernung	35	23,7	0	0	NA
Ölentfernung	0	0	38	63,4	NA

4.1.4.7 Intraokulares Druckverhalten

Als intraokulare Druckerhöhung wurde gewertet, wenn postoperativ oder im Verlauf der Nachuntersuchungen ein erhöhter Augeninnenndruck (größer 25 mmHg) gemessen wurde.

Eine chronische Hypotonie wurde angenommen, wenn bei mindestens zwei Kontrolluntersuchungen der Augeninnendruck unter acht mmHg lag.

Insgesamt waren 20 Augen von einer dauerhaften okularen Hypotonie und 50 Augen von einem sekundären Glaukom betroffen. Eine Aufschlüsselung nach Operationsmethode ist Tabelle 6 zu entnehmen.

4.1.4.8 Linsenstatus

Von den primär vitrektomierten Augen hatten 74 Augen im Rahmen der PPV eine Lentektomie erhalten, so daß postoperativ eine Aphakie vorlag. Bei 9 Augen wurde eine intraokulare Kunstlinse entfernt. Insgesamt lag damit die Zahl der postoperativ pseudophaken Augen bei 36 (18,4%). 56 Augen waren weiterhin phak (28,6%), bei 104 Augen lag eine Aphakie vor (53,1%).

Am Ende der Verlaufsbeobachtung sah der Linsenstatus der vitrektomierten Augen folgendermaßen aus: 32 Augen waren weiterhin phak (16,3%). Bei 57 Augen lag eine Pseudophakie vor (29,1%), da bei insgesamt 21 Augen eine IOL implantiert worden war. Die Anzahl der aphaken Augen war auf 107 angestiegen (54,6%) (siehe auch Abbildung 7).

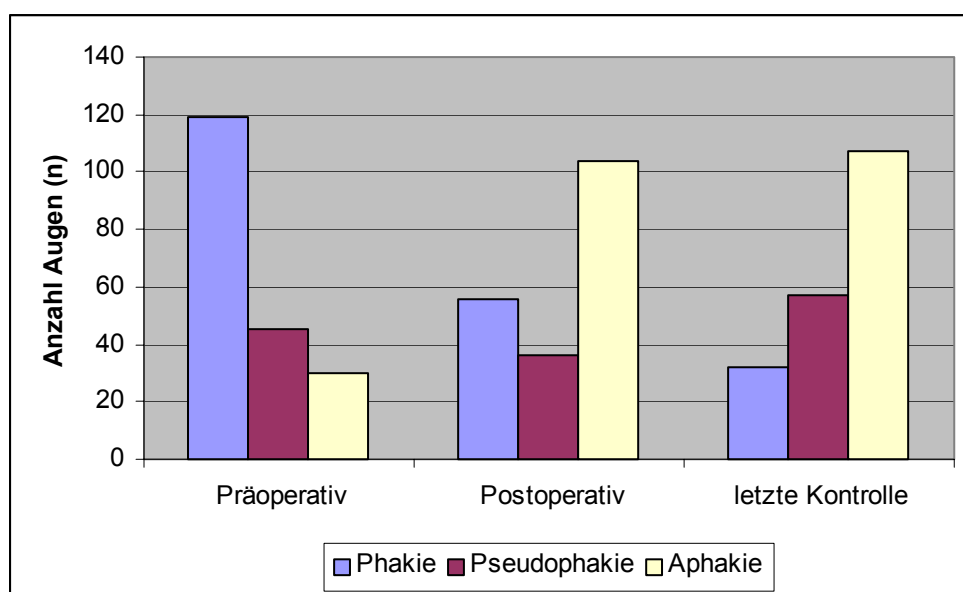


Abbildung 7: Linsenstatus nach primärer PPV

4.1.4.9 Gründe für Mißerfolge

Insgesamt konnte bei 96 Augen keine dauerhafte Wiederanlage der Netzhaut erzielt werden (9,1%). Davon entfielen 69 Augen auf die Plombenoperation (8%) und 27 auf die Gruppe der vitrektomierten Augen (13,7%).

Nach Plombenoperation waren besonders Augen mit Pseudophakie- Ablationen von einem dauerhaften Mißerfolg betroffen. Traumatisch bedingte Netzhautablösungen, welche sehr häufig mittels Vitrektomie behandelt wurden, waren ebenfalls oft von einem Mißerfolg betroffen. Unabhängig von der verwendeten Operationsmethode waren ein niedriger Ausgangsvisus, eine komplette Netzhautablösung sowie höhergradige PVR- Formen ein Risikofaktor für einen ungünstigen Verlauf (siehe Tabelle 9).

Tabelle 9: Ausgangsdaten der Augen mit dauerhaftem Mißerfolg

	Mißerfolg nach Plombe (n = 69)		Mißerfolg nach PPV (n = 27)	
	n	%	n	%
Linse prä-op.				
IOL	13	18,8	4	14,8
Phak	47	68,1	18	66,7
Aphak	4	5,8	5	18,5
Trauma				
Contusio	3	4,3	2	7,4
Perforation	4	5,8	11	40,7
Netzhaut				
komplette NHA	15	21,7	23	85,2
Macula ab	35	50,7	20	74,1
PVR > B	13	18,8	13	48,1
Visus < 0,1	47	68,1	27	100

4.2 Ergebnisse bei Netzhautablösung bei phaken Augen

Von den 1056 Patienten, die während 1989 und 1997 an der Universitäts-Augenklinik wegen rhegmatogener NHA behandelt wurden, konnte bei 713 Augen (67,4%) eine unkomplizierte NHA diagnostiziert werden, d.h. es lag weder eine Pseudophakie, eine Aphakie oder ein Zustand nach okulaem Trauma vor. Die Patienten, bei denen eine komplizierte Linsensituation bzw ein okulaes Trauma vorlag, wurden aufgrund ihres unterschiedlichen Risikoprofils und erschwerten operativen Zugangs in gesonderten Gruppen zusammengefasst.

4.2.1 Demographische Daten

Von den 713 Augen mit unkomplizierter rhegmatogener NHA wurden 631 (88,5%) mit einer Plombe und 82 (11,5%) mit einer Pars- Plana- Vitrektomie operiert.

Die Ausgangsdaten dieser Patienten sind in Tabelle 10 festgehalten.

Tabelle 10: Ausgangsdaten der Augen mit rhegmatogener Netzhautablösung

	Plombenoperation		Vitrektomie		P- Wert
	n =713		n = 82		
Alter					
Mittel (+/-SD)	55	(17,05)	53	(16,74)	0,277
Geschlecht					
männlich	321	50,9%	47	57,3%	0,272
weiblich	30	49,1%	35	42,7%	
Auge					
rechts	319	50,6%	41	50,0%	0,925
links	312	49,6%	41	50,0%	
Vorerkrankungen					
Glaukom	24	3,8%	7	8,5%	0,048
Cataract	121	19,2%	29	35,4%	0,01
Myopie	301	47,7%	43	52,4%	0,419
GK- Blutung	30	4,8%	10	12,2%	<0,01
Amblyopie	28	4,4%	12	14,6%	<0,01
Beob.zeitraum (d)					
Mittelwert (+/- SD)	117,13	(280,38)	195,06	(201,95)	<0,01
Anzahl Kontrollen					
Mittelwert (+/- SD)	1,2	(1,29)	2,2	(2,14)	<0,01
Symptomdauer (d)					
Mittelwert (+/- SD)	35,56	(157,97)	57,647	(207,85)	0,253

4.2.1.1 Alter und Geschlecht

Das durchschnittliche Alter betrug bei den Plombenpatienten 55 (+/-17 SD) und bei den Vitrektomiepatienten 53 Jahre (+/-16,7 SD). In der Vitrektomiegruppe befinden sich prozentual gesehen geringfügig mehr Männer (47 Augen / 57,3%) als in der Plombengruppe (321 / 50,9%).

4.2.1.2 Beobachtungszeitraum und Kontrollen

Der Nachbeobachtungszeitraum betrug bei mit episklärer Plombentechnik versorgten Augen durchschnittlich 3,9 Monate (Median 51 Tage), bei den mit Vitrektomie versorgten Augen erstreckte er sich über im Mittel 6,5 Monate ($p < 0,01$) (Median 101 Tage).

Erstere erschienen zu durchschnittlich 1,2 ambulanten Nachkontrollen, letztere zu 2,2 ambulanten Verlaufsuntersuchungen ($p < 0,01$).

4.2.1.3 Symptombdauer

Die Dauer des vom Patienten erstmalig bemerkten Symptoms wurde für alle Patienten festgehalten. Daraus ergab sich eine mittlere Symptombdauer in der Plombengruppe von 35 Tagen und in der Vitrektomiegruppe von 57 Tagen (Median zwei bzw. ein Tag).

4.2.1.4 Ophthalmologische Vorkerkrankungen

Unter den vitrektomierten Augen finden sich prozentual mehr mit einer präoperativen Kataract (29 Augen / 35,4% zu 121 Augen / 19,2%).

Ebenso ist eine präoperative Glaskörperblutung mit schlechter Sicht (10 Augen / 12,2% bzw 30 Augen / 4,8%) und eine präoperativ bestehende Sehschwäche (Amblyopie) in der Gruppe der vitrektomierten Augen signifikant häufiger anzutreffen.

Eine Myopie zeigte sich bei 43 Augen der PPV- Gruppe (52,4%) und 301 Augen der Vitrektomie- Gruppe (47,7%). Der Anteil Augen mit einer ausgeprägten bis schweren Myopie (fünf Dioptrien oder mehr) ist mit 141 Augen (22,3%) in der Plombengruppe und 23 Augen (28%) in der Vitrektomiegruppe ähnlich verteilt.

4.2.2 Präoperativer Netzhautbefund der phaken Augen

Die Parameter des präoperativen Netzhautbefundes der Augen mit rhegmatogener NHA sind in Tabelle 11 aufgeführt.

Tabelle 11: Präoperativer Netzhautbefund der phaken Augen

	Plombenoperation		Vitrektomie		P-Wert
	n	%	n	%	
NHA in Quadranten					
bis zu einem Q.	134	21,2	3	3,7	NA
bis zu zwei Q.	281	44,5	23	28	NA
bis zu drei Q.	137	23	14	17,1	NA
bis zu vier Q.	79	12,5	42	51,2	NA
Totalamotio	37	5,9	39	47,6	<0,01
Maculabeteiligung	177	28,1	49	59,8	<0,01
Lochform					
kein Loch präoperativ	31	4,9	15	18,3	NA
1 Hufeisenforamen	215	34,1	14	17,1	NA
1 Rundloch	36	5,7	5	6,1	NA
multiple Lochbildungen	325	51,5	23	28	NA
Riesenriß	6	1	23	28	<0,01
Orariß	18	2,9	2	2,4	0,931
PVR	80	12,7	33	40,2	<0,01
anterior loops	3	0,5	2	2,4	0,45

NA: nicht anwendbar

4.2.2.1 Ausdehnung der Amotio

Hinsichtlich der Größe der Netzhautablösung unterscheiden sich die beiden Therapiegruppen dahingehend, daß die mit Plombenoperation versorgten Augen häufiger eine NHA von nur ein bis zwei Quadranten, die mit Vitrektomie versorgten Augen häufiger eine Netzhautablösung von drei bis vier Quadranten zeigten.

Weiterhin waren die primär vitrektomierten Augen sowohl häufiger von einer Totalamotio (5,9% vs. 47,6%) als auch von einer mitabgelösten Macula betroffen (28,1% vs. 59,8%).

4.2.2.2 Lochformen

Bei den 713 mit episklaler Plombentechnik versorgten Augen wurden bei 215 ein einzelnes Hufeisenforamen und bei 36 Augen ein einzelnes Rundloch diagnostiziert. Bei 325 Augen lagen mehrere Löcher bzw Lochgruppen vor; bei 31 Augen (4,9%) konnte präoperativ kein Netzhautloch gefunden werden.

In der Vitrektomiegruppe war bei 15 Augen (18,3%) vor den Eingriff das Netzhautloch nicht zu entdecken. Bei 14 Augen lag ein einzelnes Hufeisen-, bei 5 Augen lediglich ein Rundloch vor. Multiple Lochbildungen zeigten sich bei den vitrektomierten Augen in 23 Fällen. Eine Riesenrißbildung war in der Gruppe der vitrektomierten Augen deutlich häufiger anzutreffen (1% vs. 23%). Hinsichtlich der Häufigkeit des Auftretens von Orarissen zeigt sich kein Unterschied zwischen den beiden Gruppen (2,4% vs. 2,8%).

4.2.2.3 Präoperative PVR

Insgesamt waren 113 der 713 phaken Augen von einer präoperativen PVR betroffen (15,8%). Davon entfielen 80 Augen auf die Gruppe der Plombenoperation und 33 auf die Vitrektomie- Gruppe (jeweils anteilmäßig 12,7% / 40,2%). Eine Verteilung der PVR- Stadien zeigt die Abbildung 8.

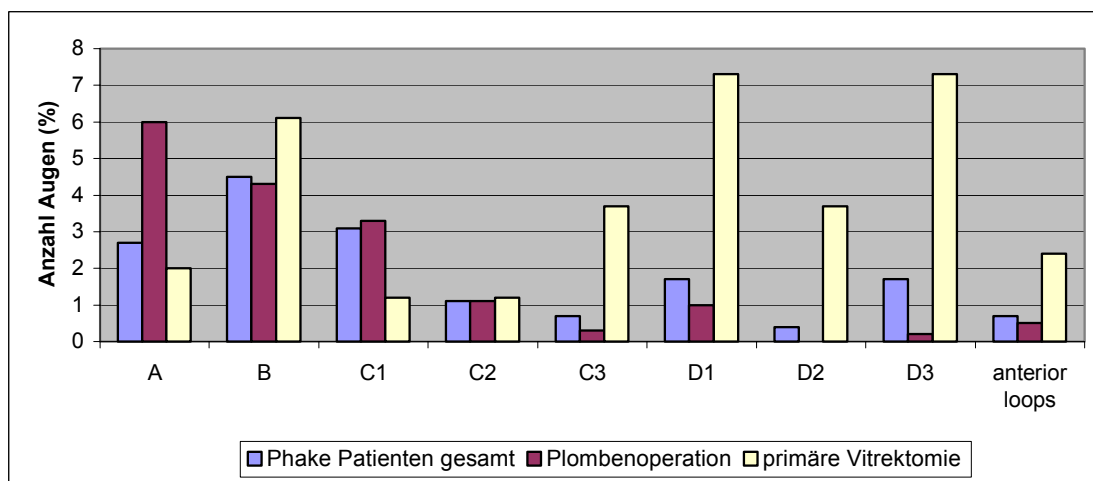


Abbildung 8: Verteilung der PVR- Stadien der phaken Augen

4.2.3 Operationsmethode

Die Art des verwendeten Operationsverfahrens der phaken Augen ist der Tabelle 12 zu entnehmen. Es erhielten 631 Patienten eine Plombenoperation, 82 Patienten eine Vitrektomie. Von diesen erhielten 57 Patienten zusätzlich eine Cerclage.

Tabelle 12: verwendete Operationsverfahren bei phaken Augen

Operationsmethode bei phaken Patienten		
Op- Methode	n	%
radiäre Plombe	326	45,7
limbusp. Plombe	224	31,4
Cerclage	53	7,4
Kombination	28	3,9
PPV mit Öl	45	6,3
PPV mit Gas	37	5,2
PPV& Cerclage	57	69,5

4.2.4 Anatomische und funktionelle Ergebnisse der phaken Augen

4.2.4.1 Präoperativer Visus

Die Augen der Vitrektomie- und Plombengruppe zeigen deutliche Unterschiede bezüglich ihrer Visusfunktion. Während der präoperativ gemessene Visus der PPV-Gruppe bei durchschnittlich 4,4 Visusstufen liegt, haben die Augen der Plombengruppe einen deutlich besseren Ausgangsvisus (im Mittel 11,37 Visusstufen). So hatten nur 35,7% der letztgenannten eine präoperative Sehschärfe von kleiner 0,1, während die Augen, die vitrektomiert wurden, in fast 80% der Fälle einen Visus kleiner 0,1 hatten. Einen sehr guten Ausgangsvisus hatten in der Plombengruppe knapp 40%, in der PPV-Gruppe knapp 10%. Die anatomischen und funktionellen Ergebnisse nach Plombenoperation bzw Vitrektomie zeigt die Tabelle 13.

Tabelle 13: Funktionelle und anatomische Ergebnisse der phaken Augen

	Plombenoperation n = (713)		Vitrektomie n = (82)		P- Wert
Präoperativ					
Visus< 0,1	226	35,6%	65	79,3%	NA
Visus >0,1 < 0,5	170	27%	9	11%	NA
Visus >0,5	236	37,5%	8	9,8%	NA
mittl. Visus VS I (+/-SD)	11,37	(7,39)	4,40	(6,28)	<0,01
Postoperativ					
Visus < 0,1	110	17,4%	65	79,3%	NA
Visus >0,1< 0,5	282	44,7%	15	18,35%	NA
Visus > 0,5	239	37,9%	2	2,4%	NA
mittl. Visus VS II (+/-SD)	13,63	(5,55)	4,37	(7,95)	<0,01
durchschnittliche VÄ (II-I), (+/-SD)	+2,16	(5,56)	0	(6,21)	<0,01
Netzhaut					
anliegend	475	75,3%	67	81,7%	0,2
Letzte Kontrolle					
Visus < 0,1	98	15,5%	43	52,4%	NA
Visus >0,1< 0,5	241	38,2%	29	35,4%	NA
Visus > ,05	292	46,3%	10	12,2%	NA
mittl. Visus VS III (+/-SD)	14,22	(5,65)	7,91	(6,40)	<0,01
durchschn. VÄ (III-II), (+/-SD)	+0,68	(3,51)	+3,51	(6,17)	<0,01
Netzhaut					
anliegend	583	92,4%	72	87,8%	0,153

VS: Visusstufen VÄ: Visusänderung SD: Standard Deviation

4.2.4.2 Postoperativer Visus

Im Vergleich prä- zu postoperativ zeigt sich bei den mit Plombentechnik operierten Augen ein durchschnittlicher Visusanstieg von 2,16 Stufen; dies ist eine signifikante Verbesserung ($p < 0,01^*$). Im weiteren Verlauf kommt es nur noch zu einem leichten weiteren Anstieg der Sehschärfe (postoperativ- letzte Kontrolle): Verbesserung um 0,68 VS. Insgesamt konnten die Augen nach Plombenoperation ihre Sehschärfe um durchschnittlich 2,8 Linien steigern ($p < 0,01^*$). Bei Abschluß der Behandlung verfügten 317 Augen (50,2%) über einen zum Ausgangswert unveränderten und 229 Augen (36,3%) über einen verbesserten Visus (siehe Abbildung 9).

Demgegenüber zeigt sich bei den vitrektomierten Augen kein Unterschied zwischen prä- und postoperativem Sehvermögen; das durchschnittliche Sehvermögen hat sich quasi nicht verändert ($p = 0,972^*$). Erst im weiteren Verlauf kommt es zu einem Anstieg des Sehvermögens: zwischen Aufnahmevisus und Visus bei letzter Kontrolle zeigt sich ein durchschnittlicher Anstieg um 3,5 Visusstufen ($p < 0,01^*$). Am Ende der

Behandlung liegt bei 44 Augen (53,7%) ein verbesserter und bei 26 Augen (31,7%) ein weiterhin unveränderter Visus vor.

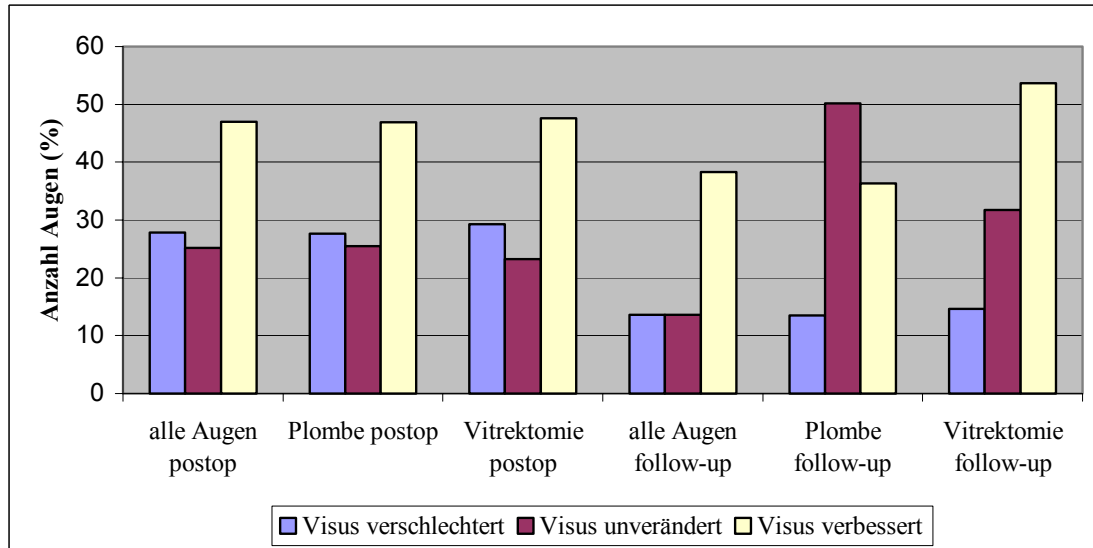


Abbildung 9: Visusentwicklung bei phaken Augen

4.2.4.3 Wiederanlage

Insgesamt konnte bei 542 von 713 Augen mit rhegmatogener NHA nach einer Operation eine Wiederanlage der Netzhaut erzielt werden (76%). Es verteilen sich hiervon 475 Augen (75,3%) auf die Plombengruppe und 67 Augen (81,7%) auf die Vitrektomiegruppe.

Im Rahmen des letzten Kontrolltermins wurde erneut die Netzhautanlage beurteilt. Nach Plombenoperation hatte sich die Zahl der Augen mit komplett anliegender NH auf 583 gesteigert (92,4%), in der Vitrektomiegruppe war die Anzahl Augen auf 72 angestiegen (87,2%). Sowohl die Wiederanlagerate direkt postoperativ als auch bei letzter Kontrolle zeigt keinen signifikanten Unterschied für die beiden Operationsmethoden ($p > 0,05$) (siehe auch Abbildung 10).

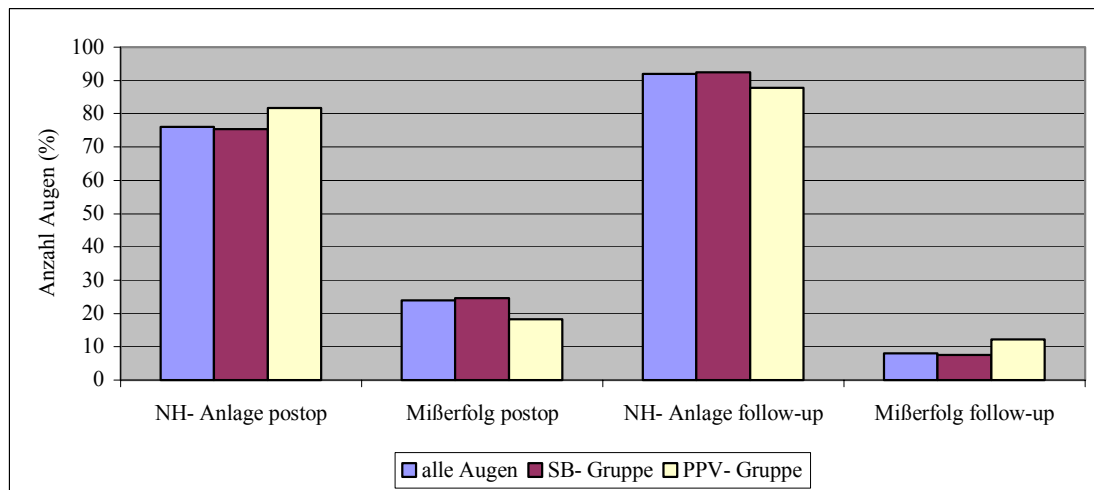


Abbildung 10: Wiederanlage der NH bei phaken Augen

4.2.4.4 Intraoperative Komplikationen

Art und Anzahl von Komplikationen sind in Tabelle 14 dargestellt.

Insgesamt traten in der Gruppe der phaken Augen in 47 Fällen eine Aderhautamotio, in drei Fällen eine akzidentielle Skleraperforation, in 18 Fällen eine Glaskörpereinblutung und in 29 Fällen eine subretinale Blutung auf. Es zeigt sich in der Verteilung dieser Komplikationen auf die beiden Operationsformen kein deutlicher Unterschied.

Tabelle 14: Komplikationen nach vitreoretalem Eingriff bei phaken Augen

	Plombenoperation (n =631)		Vitrektomie (n=82)		P- Wert
	n	%	n	%	
Intraoperative Komplikationen					
Aderhautamotio	44	7	3	3,7	0,255
Perforation	3	0,5	0	0	0,532
Glaskörperblutung	14	2,2	4	4,9	0,149
subretinale Blutung	25	4	4	4,9	0,693
Postoperative Komplikationen					
Hypotonie	8	1,1	13	1,2	NA
Hypertonie	21	3.3	6	7.3	0.076

4.3.4.5 Anzahl Operationen

In der Gruppe der phaken Augen wurden 468 Augen insgesamt einmal operiert (65,6%).

134 Augen (18,8%) erhielten einen zweiten Eingriff, und bei 111 Augen (15,6%) mußten zwei oder mehr Reoperationen durchgeführt werden. Die Augen der Plombengruppe wurden durchschnittlich 0,6mal reoperiert, die Augen der Vitrektomiegruppe 1,2mal.

Für die erste Reoperation wurde für alle Augen die Art der durchgeführten Operation und die Indikation für den Eingriff festgehalten (siehe Tabelle 15).

Sieben Augen der Plombengruppe erhielten eine sekundäre Vitrektomie. Bei 78 Augen wurde entweder das vorhandene Plombenmaterial revidiert oder erneuert. In 27 Fällen mußte das Plombenmaterial ganz entfernt werden. Während des gesamten Behandlungsverlaufes wurden 64 Augen nach Plombenoperation vitrektomiert (10,1%); dies sind signifikant weniger Augen im Vergleich zum Gesamtkollektiv ($p < 0,01$).

Von den primär vitrektomierten Augen erhielten ebenfalls sieben als zweiten Eingriff eine erneute Vitrektomie. 22 Augen erhielten zu diesem Zeitpunkt eine Ölablassung. Im gesamten Behandlungszeitraum wurde bei 35 von 45 Augen, die eine Endotamponade mit Öl erhalten hatten, eine Ölentfernung durchgeführt (77,8%).

Tabelle 15: Art der ersten Reoperation bei phaken Augen

	Nach Plombenoperation		Nach Vitrektomie	
	n	%	n	%
PPV Öl	4	3,6	7	31,8
PPV Gas	3	2,7	0	0
Plb- Revision	33	29,5	0	0
Plb- Entfernung	27	24,1	0	0
Cerclage neu	16	14,3	1	4,5
Plombe neu	29	25,9	0	0
Ölentfernung	0	0	14	63,6
n	112		22	

4.2.4.6 Indikation für erneuten vitreoretinalen Eingriff

Als Indikation für den zweiten Eingriff wurde genannt: Eine Reamotio zeigte sich bei 26 Augen. Bei zwei Augen war es zu einer schweren Glaskörpereinblutung gekommen. Konservativ nicht beherrschbare PVR- Traktionen machten bei 9 Augen eine zweite Operation notwendig. Eine persistierende Amotio zeigte sich bei 56 Augen. Von den primär vitrektomierten Augen erhielten 14 Augen als erste Reoperation eine Ölablassung nach Silikonölinstallation. Von den Augen nach Plombenoperation mußte bei 27 Augen eine Entfernung des Plombenmaterials vorgenommen werden. Eine Aufschlüsselung nach Primäreingriff zeigt Tabelle 16 . Es zeigt sich kein bedeutsamer Unterschied für das Auftreten einer PVR, einer erneuten Amotio oder einer Glaskörperblutung in den beiden Gruppen. Zu einer persistierenden Amotio war es jedoch in der Gruppe der Augen nach Plombenoperation deutlich häufiger gekommen.

Tabelle 16: Anzahl und Indikation für erneuten vitreoretinalen Eingriff bei phaken Augen

	Plombe		Vitrektomie		P- Wert
	n	%	n	%	
Operationen					
eine	435	68,9	33	40,2	NA
zwei	112	17,7	22	26,8	NA
mehr als zwei	84	13,3	27	32,9	NA
Grund für zweiten Engriff					
Ölentfernung	0	0	14	63,6	NA
Plombenentfernung	27	24,1	0	0	NA
Persistierende NHA	54	48,2	2	9,1	<0,01
Reamotio	22	19,6	4	18,2	0,847
PVR- Amotio	7	6,3	2	9,1	0,626
Glaskörperblutung	2	1,8	0	0	0,528

4.2.4.7 Intraokulares Druckverhalten

Eine dauerhafte, daß heißt sowohl bei Entlassung als auch bei Verlaufskontrollen nachweisbare Erniedrigung des Augeninnendrucks zeigten neun Augen. Eine behandlungsbedürftige intraokulare Druckerhöhung zeigten 3,3% der Augen nach Plombenoperation und 7,3% der Augen nach Vitrektomie (siehe Tabelle 14).

4.2.4.8 Linsenstatus der vitrektomierten Augen

44 der 82 phaken Augen (53,7%) wurden kombiniert, d.h. mittels Vitrektomie und Lentektomie operiert, so daß der Anteil der phaken Augen nach erster Operation noch bei 38 Augen lag. Neun Augen hatten im Rahmen der Vitrektomie eine Implantation einer Kunstlinse erhalten (11%), so daß postoperativ 35 Augen aphak waren.

Beim letzten Kontrolltermin wurde erneut der Linsenstatus festgehalten. Bei weiteren 17 Augen war im Verlauf eine Kataraktoperation vorgenommen worden: die Anzahl der Augen mit IOL hatte sich auf 22 erhöht, daß heißt weiteren 13 Augen wurde eine Kunstlinse implantiert. Der Anteil der aphaken Augen lag bei letzter Kontrolle bei 39 (47,5%).

21 Augen waren weiterhin phak (25,6%) (siehe auch Abbildung 11).

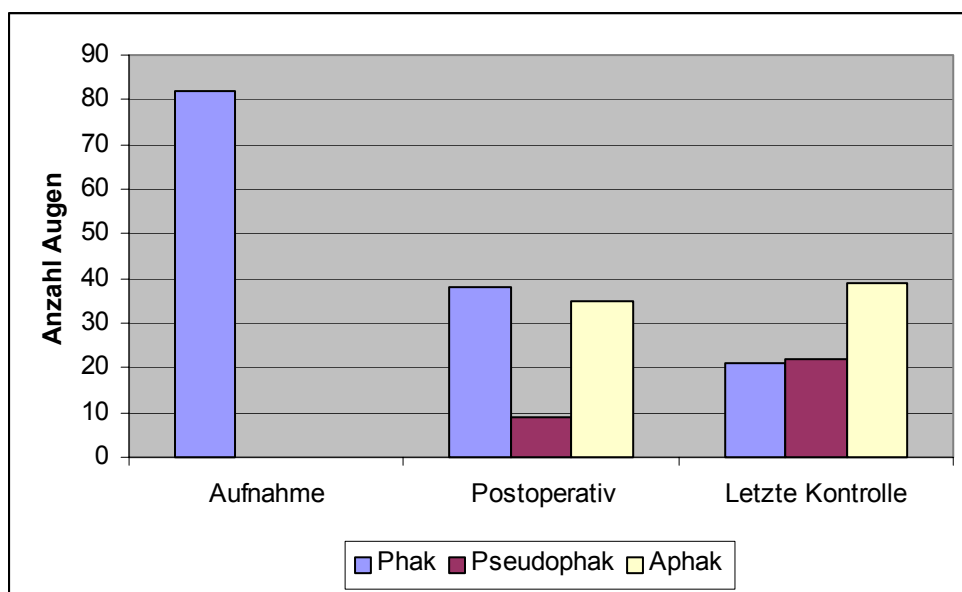


Abbildung 11: Linsenstatus nach Vitrektomie bei phaken Augen

4.2.5 Ergebnisse bei präoperativer PVR

In der Gruppe der phaken Augen befindet sich eine große Anzahl Augen mit präoperativ diagnostizierter proliferativer Vitreoretinopathie (PVR). Da sich der Schweregrad der PVR entscheidend auf das postoperative Ergebnis auswirken kann, wurde versucht, eine Analyse der funktionellen und anatomischen Ergebnisse in

Abhängigkeit des PVR- Stadiums durchzuführen. Tabelle 17 zeigt die Differenzierung nach PVR- Stadium und Op- Methode.

Tabelle 17: Anatomische und funktionelle Ergebnisse nach PVR-Stadium

	Plombenoperation		Vitrektomie		P- Wert
Keine PVR	n=551		n=49		
MW Aufnahmevisus (VS I)	11,9	+/-7,3	6,4	+/-7,2	<0,01
MW Entlassvisus (VSI I)	13,9	+/-5,3	5,6	+/-5,6	<0,01
Durchschnitt. VÄ (II-I)	+1,96	+/-5,47	-0,79	+/-7,24	<0,01
NH- Anlage postoperativ	424	77%	41	86,70%	0,28
MW Visus letzte K. (VS III)	14,6	+/-5,4	9,8	+/-6,8	<0,01
Durchschnitt. VÄ (III-II)	+0,7	+/-3,49	+4,2	+/-7,29	<0,01
NH- Anlage letzte Kontrolle	513	93,1%	45	91,8%	0,739
PVR A - B	n=43		n=8		
MW Aufnahmevisus (VS I)	8,26	+/-7,13	1	+/-0,76	<0,01
MW Entlassvisus (VS II)	12,28	+/-5,58	2	+/-0,54	<0,01
Durchschnitt. VÄ (II-I)	+4,02	+/-5,21	+1	+/-1,19	<0,01
NH- Anlage postoperativ	32	74,40%	8	100%	0,106
MW Visus letzte K.(VIII)	13,07	+/-5,81	5	+/-4,24	<0,01
Durchschnitt. VÄ (III-II)	+0,79	+/-3,15	+3	+/-4,21	0,091
NH- Anlage letzte Kontrolle	40	93%	8	100%	0,441
PVR C	n=30		n=5		
MW Aufnahmevisus (VS I)	8,03	+/-7,53	0,8	+/-0,84	<0,01
MW Entlassvisus(VS II)	11,1	+/-6,5	5,2	+/-1,5	0,062
Durchschnitt. VÄ (II-I)	+3,07	+/-7,28	+4,4	+/-4,44	0,695
NH- Anlage postoperativ	18	60%	5	100%	0,081
MW Visus letzte K.(VS III).	11,3	+/-7,1	11,4	+/-1,5	0,967
Durchschnitt. VÄ (III-II)	+0,17	+/-3,91	+6,2	+/-5,4	<0,01
NH- Anlage letzte Kontrolle	26	86,70%	5	100%	0,386
PVR D	n=7		n=27		
MW Aufnahmevisus (VS I)	1,3	+/-0,8	1,8	+/-3,4	0,703
MW Entlassvisus (VS II)	3,7	+/-4,7	2,1	+/-2,6	0,28
Durchschnitt. VÄ (II-I)	+2,42	+/-4,50	+0,35	+/-4,48	0,302
NH- Anlage postoperativ	1	14,30%	13	65%	<0,01
MW Visus letzte K. (VS III)	4,6	+/-4,6	3,6	+/-3,9	0,59
Durchschnitt. VÄ (III-II)	+0,86	+/-5,69	+1,45	+/-2,76	0,717
NH- Anlage letzte Kontrolle	4	57,10%	14	70%	0,535

VS: Visusstufen; VÄ: Visusänderung; SD: Standard deviation; MW: Mittelwert

4.2.5.1 Keine PVR präoperativ

551 der insgesamt 713 phaken, mit Plombe operierten Augen sind präoperativ frei von PVR (77,2%); von den 82 vitrektomierten Augen sind 49 nicht von einer PVR betroffen (59,7%). Der Ausgangsvisus der Augen mit PPV liegt in dieser Gruppe unter dem der mit Plombe operierten Augen. Postoperativ zeigen die Augen mit Plombe einen Visusanstieg von knapp zwei Visusstufen, während die Augen der PPV- Gruppe zunächst einen Visusverlust hinnehmen müssen (-0,8 VS). Hinsichtlich der Wiederanlagerate der Netzhaut zeigt sich kein Unterschied zwischen den beiden Verfahren.

Im weiteren postoperativen Verlauf steigt der postoperative Visus der vitrektomierten Augen um vier Visusstufen an, während sich die Sehschärfe der Augen nach Plombenoperation nur noch wenig verändert (+0,7 VS).

4.3.5.2 PVR A/B

51 Augen sind von einer präoperativen PVR Grad A/B betroffen, von denen 43 mittels Plombenoperation und 8 mittels Vitrektomie operiert wurden. Der präoperative Visus der letzteren liegt deutlich unter dem der mit Plombe operierten Augen. Diese gewinnen postoperativ durch die Plombenoperation einen größeren Anstieg ihrer Sehschärfe (durchschnittlich + 4 Visusstufen) als die Augen nach Vitrektomie (plus eine VS). Im weiteren Verlauf zeigen die Augen nach Plombenoperation in dieser Gruppe noch einen leichten mittleren Visusanstieg, während die Augen nach Vitrektomie eine Zunahme von drei Linien erfahren. Die Wiederanlagerate ist in beiden Gruppen gleich.

4.3.5.3 PVR C1-C3

Auch in dieser Gruppe verfügen die 30 mit Plombenoperation versorgten Augen über einen besseren Ausgangsvisus als die fünf mit Vitrektomie operierten Augen.. Im Gegensatz zu den anderen PVR- Stadien zeigt sich hier aber ein größerer postoperativer Benefit der Augen nach Vitrektomie. Sie konnten ihren Visus bei Entlassung nach dem ersten Eingriff um durchschnittlich 4,4 Linien steigern, während die Augen nach Plombe im Mittel 3 Visusstufen über ihrem Ausgangsvisus lagen. Hier zeigt sich erstmals kein signifikanter Unterschied in den Visuswerten. Auch im weiteren Verlauf liegen die Augen nach PPV mit einer Differenz zwischen

Visus Aufnahme / Visus letzte Kontrolle mit einem durchschnittlichen Zuwachs von 6,2 VS gegenüber knapp 0,2 Linien nach Plombenoperation höher. In keiner anderen Untergruppe ließ sich ein solcher Zuwachs der visuellen Funktion zeigen. Die Wiederanlagerate unterscheidet sich für die beiden Op-Methoden nicht.

4.3.5.4 PVR D1-D3

Insgesamt waren 34 Augen von einer schweren präoperativen PVR betroffen; von diesen wurden deutlich mehr Augen vitrektomiert (n= 27) als mit Plombenoperation versorgt (n= 7). Die Ausgangswerte der Augen in den beiden Therapiegruppen unterscheiden sich hier nicht; der Ausgangsvisus ist generell niedrig. Es zeigt sich kein signifikanter Unterschied in den Visuswerten und den durchschnittlichen Veränderungen. In dieser Untergruppe unterscheiden sich die beiden Operationsverfahren hinsichtlich der Wiederanlageraten. Nach Plombenoperation kann nur in 14,3% der Fälle eine Wiederanlage erreicht werden. Hier liegt die Erfolgsrate nach PPV mit 65% deutlich darüber. Auch bei letzter Kontrolle ist dieser Unterschied noch nachweisbar: 50% Wiederanlage in der Plombengruppe und 71% in der PPV- Gruppe.

4.3 Ergebnisse der Augen mit posttraumatischer Ablatio retinae

4.3.1 Demographische Daten

Insgesamt befanden sich in der Studiengruppe der 1056 Patienten 125 Patienten, die ein okulares Trauma erlitten hatten. Von diesen 125 Augen wurden 63 mit einer Vitrektomie und 62 mit einer Plombenoperation versorgt. Die Ausgangsdaten der Patienten sind in Tabelle 18 zusammengefasst.

4.3.1.1 Alter und Geschlecht

Das durchschnittliche Alter der Patienten liegt bei 43 bzw 42 Jahren in den beiden Therapiegruppen. Es sind jeweils deutlich mehr männliche Patienten von einer okularen Verletzung betroffen (jeweils über 80%). Während in der Vitrektomie-Gruppe deutlich mehr Augen von einer perforierenden Verletzung betroffen sind (41 versus 23 Augen), haben in der Plomben- Gruppe mehr Augen eine Bulbuskontusion erlitten (39 versus 22 Augen).

4.3.1.2 Ophthalmologische Vorerkrankungen

Die Verteilung an Vorerkrankungen ist in beiden Gruppen annähernd gleich verteilt (siehe Tabelle 18). Eine höhergradige Myopie liegt bei fünf Augen in der Plomben-Gruppe (8,1%) und drei Augen in der PPV-Gruppe vor (4,8%).

4.2.1.3 Beobachtungszeitraum und Kontrollen

Der Nachbeobachtungszeitraum liegt in der PPV- Gruppe bei durchschnittlich 6,4 Monaten (Mittelwert +/- 326 SD), in der Plomben- Gruppe bei 51 Tagen (+/- 462 SD); (Median 51 bzw 101 Tage). Anhand der vom Patienten angegebenen Symptome wurde die Dauer der Netzhautablösung geschätzt: auf im Mittel 50,7 Tage bei den mit Plombe versorgten und auf 19,3 Tage bei den vitrektomierten Augen (Median 2 bzw 1). Im Schnitt erschienen die Patienten zu 1,3 bzw 2,3 ambulanten Kontrollterminen.

Tabelle 18: Ausgangsdaten der Patienten mit Trauma

	Plombenoperation n = 62		Vitrektomie n = 63		P- Wert
Alter					
Mittelwert (+/-SD)	43	(17,5)	41	(18,7)	0,469
Art des Traumas					
Perforation	23	37,1%	41	65,1%	0,002
Contusio bulbi	39	62,9%	22	34,9%	0,002
Geschlecht					
männlich	51	82,3%	51	81,%	0,851
weiblich	11	17,7%	12	19,%	
Auge					
rechts	35	56,5%	33	52,4%	0,648
links	27	43,5%	30	47,6%	
Vorerkrankungen					
Glaukom	3	4,8%	2	3,20	0,635
Cataract	2	3,2%	6	9,5%	0,15
Myopie	16	25,8%	7	11,1%	0,034
GK- Blutung	9	14,5%	13	20,6%	0,369
Beob.zeitraum (d)					
Mittelwert (+/- SD)	51	(462)	101	(326)	0,467
Anzahl Kontrollen					
Mittelwert (+/- SD)	1,3	(1,1)	2,3	(1,8)	<0,01
Symptomdauer (d)					
Mittelwert (+/- SD)	50,7	(175)	19,3	(56,8)	0,179

4.3.2 Präoperativer Netzhautbefund bei traumatischer Ablatio

4.3.2.1 Ausdehnung der Ablatio

Die meisten Augen der Plomben- Gruppe hatten eine Netzhautablösung über zwei bis drei Quadranten, wohingegen die Augen in der Vitrektomie- Gruppe von einer wesentlich größeren Ausdehnung betroffen waren. Eine Totalamotio zeigte sich bei den plombierten Augen in 10 Fällen, bei den vitrektomierten Augen in 33 Fällen.

Auch eine Beteiligung der Macula war in der letztgenannten Gruppe mit 36 Augen häufiger als in der Plomben- Gruppe (20 Augen) (siehe Tabelle 19).

4.3.2.2 Lochformen

Bei 27 Augen der Vitrektomiegruppe konnte präoperativ kein Loch diagnostiziert werden.

In acht Fällen lag ein singuläres Hufeisenforamen, in sechs Fällen ein singuläres Rundloch vor. 13 Augen zeigten kombinierte Lochbildungen. Alle Augen, die eine Riesenrißbildung von über 90° zeigten, wurden vitrektomiert; Orarisse zeigten sich bei neun Augen in der Plomben- Gruppe bzw bei 3 Augen in der Vitrektomie- Gruppe.

Unter den Augen mit Plombenoperation befanden sich 19, bei denen präoperativ die Identifizierung eines Netzhautloches nicht gelang. 13 Augen zeigten ein einzelnes Hufeisen-, sechs Augen ein einzelnes Rundloch. Die restlichen 15 Augen waren von mehreren Löchern betroffen.

4.3.2.3 PVR

Von einer präoperativen PVR waren in der Plomben- Gruppe 11 Augen (17,7%), in der Vitrektomie- Gruppe 25 Augen (39,7%) betroffen. Die Ausbildung anteriorer Traktionen waren bei letzteren häufiger anzutreffen (acht Augen versus zwei Augen).

Tabelle 19: präoperativer Netzhautbefund der Augen mit Trauma

	Plombenoperation		Vitrektomie		P- Wert
	n	%	n	%	
NHA in Quadranten					
bis zu einem Q.	12	19,4	0	0	NA
bis zu zwei Q.	25	40,3	19	30,2	NA
bis zu drei Q.	14	22,6	7	11,1	NA
bis zu vier Q.	11	17,7	37	58,7	NA
Totalamotio	10	16,1	33	52,4	<0,01
Maculabeteiligung	20	32,3	36	57,1	<0,01
Lochformationen					
kein Loch präoperativ	19	30,6	27	42,9	NA
ein Hufeisenforamen	13	21	8	12,7	NA
ein Rundloch	6	9,7	6	9,5	NA
mehrere Lochbildungen	15	24,2	9	14,3	NA
Riesenriß	0	0	10	15,9	<0,01
Orariß	9	14,5	3	4,7	0,064
PVR	11	17,7	25	39,7	0,007
anterior loops	2	3,2	8	12,7	0,051

4.3.3 Operationsmethode

Insgesamt wurden von den Augen mit posttraumatischer Ablatio 63 mit Vitrektomie und 62 mittels Plombe operiert.

Von den letzteren erhielten 28 eine limbusparallele, 12 eine radiäre Plombe und 22 Augen eine Cerclage. In zwei Augen wurde eine Kombination aus segmentärer und zirkumferierender Plombenmethode gewählt. Wenn eine Vitrektomie durchgeführt wurde, wurde 50mal Silikonöl und 13mal Gas (SF₆ oder C₂F₆) als Endotamponade verwandt. 50 Patienten erhielten eine Kombination aus PPV und Cerclage. Vergleiche hierzu Tabelle 20.

Tabelle 20: Op- Methode bei NHA nach Trauma

Posttraumatische NHA		
Op- Methode	n	%
radiäre Plombe	12	19,4
limbusp. Plombe	28	45,2
Cerclage	20	32,2
Kombination	2	3,2
PPV mit Öl	50	79,4
PPV mit Gas	13	20,6
PPV& Cerclage	50	79,4

4.3.4 Anatomische und funktionelle Ergebnisse bei posttraumatischer Ablatio

4.3.4.1 Präoperativer Visus

Der präoperative Visus der Augen der Plombengruppe liegt mit durchschnittlich 10,32 Visusstufen über dem der PPV- Gruppe mit durchschnittlich 2,2. So haben dementsprechend 56 Augen (88,9%) der vitrektomierten Augen einen Ausgangsvisus von kleiner 0,1 während dies nur bei 24 Augen (38,7%) der Plomben- Gruppe der Fall ist. Einen Überblick über funktionelle und anatomische Ergebnisse gibt Tabelle 21.

4.3.4.2 Postoperativer Visus

Nach Plombenoperation tritt eine durchschnittliche postoperative Visusänderung von 0,6 Linien auf. Diese Veränderung ist nicht signifikant ($p=0,32^*$). Im weiteren Verlauf des Beobachtungszeitraumes kommt es zu einem weiteren Anstieg der Sehschärfe. So zeigt sich beim letzten Kontrolltermin im Vergleich zum postoperativen Wert ein durchschnittlicher Anstieg von 0,65 Visusstufen ($p=0,273^*$). Die Sehschärfe nach primärer Plombe ist bei einer insgesamt Veränderung um 1,24 Linien ($p=0,13^*$) also weitestgehend stabil geblieben.

So zeigt sich bei letzter Kontrolle, daß nach Plombenoperation bei 31 Augen der Visus unverändert bleibt (50%), die Zahl der Augen mit verschlechterter Sehschärfe bei 11 liegt (17,7%), während eine Verbesserung des Visus im Vergleich zum Ausgangswert bei 20 Augen (32,3%) festzustellen war.

Im Vergleich dazu liegt bei den Augen nach Vitrektomie eine deutliche postoperative Visusänderung (VÄ) von 1,64 Stufen vor ($p=0,018^*$). Im weiteren Beobachtungszeitraum kommt es zu einem weiteren Anstieg der Sehschärfe. So zeigt sich eine durchschnittliche Visusänderung zwischen postoperativen Visus und Visus bei letzter Kontrolle von 1,06 VS, $p=0,096^*$. Insgesamt konnten also die Augen nach PPV ihre Sehkraft um insgesamt 2,7 Linien steigern ($p<0,01^*$). So erzielten 25 Augen eine Verbesserung ihrer Sehschärfe, bei 24 Augen ist der Visus konstant, und bei 14 Augen ist eine Verschlechterung eingetreten (siehe auch Abbildung 12).

[*: P-Wert in Tabelle nicht dargestellt]

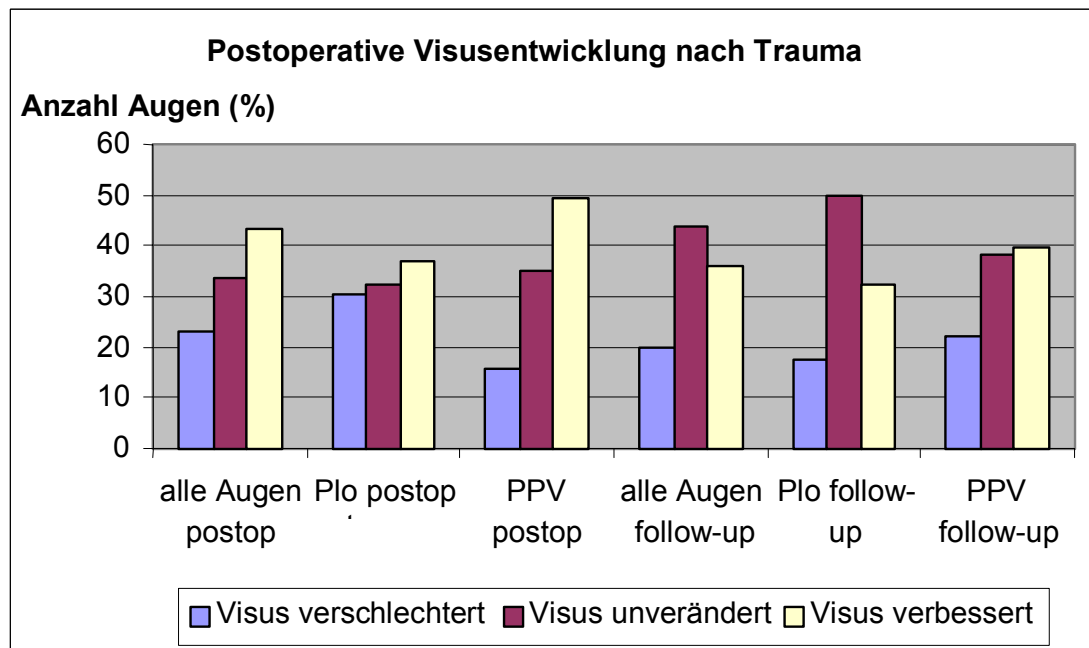


Abbildung 12: Visusentwicklung nach posttraumatischer Ablatio retinae

Tabelle 21: Funktionelle und anatomische Ergebnisse bei posttraumatischer NHA

	Plombenoperation		Vitrektomie		
Präoperativ					
Visus< 0,1	24	38,7%	56	88,9%	NA
Visus >0,1 < 0,5	23	37,1%	7	11,1%	NA
Visus >0,5	15	24,2%	0	0%	NA
Mittl. Visus (VS I) (+/-SD)	10,32	(7,08)	2,21	(3,91)	<0,01
Postoperativ					
Visus < 0,1	19	30,6%	56	88,9%	NA
Visus >0,1< 0,5	22	35,5%	7	11,1%	NA
Visus > 0,5	21	33,9%	0	0%	NA
Mittl. Visus (VS II) (+/-SD)	10,92	(6,73)	3,84	(4,51)	<0,01
Durchschn. VÄ (II-I) (+/-SD)	0,60	(4,68)	1,64	(5,32)	0,25
Netzhaut					
anliegend	51	82,3%	49	77,8%	0,531
Letzte Kontrolle					
Visus < 0,1	18	29,5%	46	73%	NA
Visus >0,1< 0,5	22	36,1%	15	13,8%	NA
Visus > ,05	21	34,4%	2	3,2%	NA
Mittl. Visus (VS III)	11,56	(6,98)	4,90	(5,44)	<0,01
Durchschn. VÄ (III-II) (+/-SD)	0,64	(4,58)	1,06	(4,98)	0,627
Netzhaut					
anliegend	55	88,7%	50	79,4%	0,154

VS: Visusstufen; VÄ: Visusänderung; NA: nicht anwendbar; SD: Standard deviation

4.3.4.3 Wiederanlegerate

Am Ende der Operation konnte bei 100 von 125 Augen mit okulaem Trauma ein anatomischer Erfolg erzielt werden (80%). Davon entfielen 49 Augen (77,8%) auf die Gruppe der vitrektomierten Augen und 51 Augen (82,3%) auf die mit Plombe operierten Augen. Bei Abschluß der Behandlung (Kontrolle bei letzter Verlaufsuntersuchung) lag die Wiederanlegerate bei 105 Augen (84%). Insgesamt 55 Augen nach Plombenoperation (88,7%) und 50 Augen nach Vitrektomie (79,4%) hatten eine komplett anliegende Netzhaut. Ein dauerhafter Mißerfolg wurde bei sieben Augen nach Plombenoperation und 13 Augen nach PPV festgestellt.

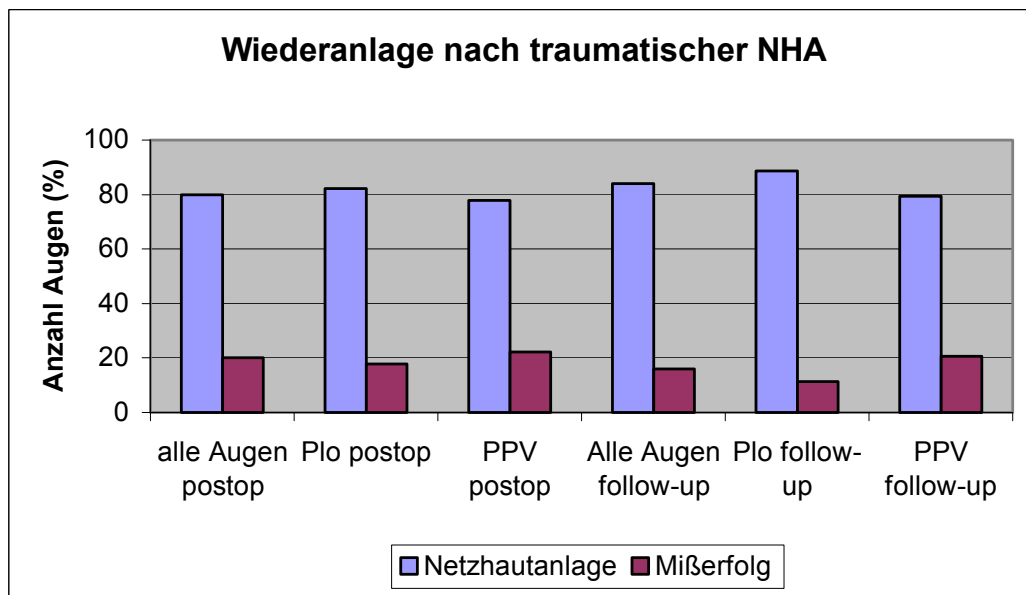


Abbildung 13: Wiederanlage bei posttraumatischer NHA

4.3.4.4 Intraoperative Komplikationen

Insgesamt kam es bei 14 der 125 Augen mit posttraumatischen Ablationes zu intraoperativen Komplikationen (11,2%).

Es zeigte sich eine Aderhautamotio bei sieben Augen, eine akzidentielle Skleraperforation bei einem Auge, eine Glaskörpereinblutung bei zwei Augen und eine subretinale Blutung bei vier Augen. Eine genaue Aufschlüsselung der Komplikationen zeigt Tabelle 22. Die Augen nach Vitrektomie sind häufiger von einer subretinalen Blutung betroffen.

Tabelle 22: Komplikationen nach posttraumatischer Ablatio retinae

	Plombenoperation		Vitrektomie		P- Wert
	n	%	n	%	
Intraoperativ					
Aderhautamotio	4	6,5	3	4,8	0,681
Perforation	0	0	1	1,6	0,319
Glaskörperblutung	1	1,6	1	1,6	0,991
subretinale Blutung	0	0	4	4,8	0,044
Postoperativ					
Hypotonie	0	0	4	4,8	NA
Hypertonie	2	3,3	5	7,9	0,261

4.3.4.5 Anzahl Operationen

Bei 61 Augen (48,8%) war die Behandlung mit einem Eingriff abgeschlossen. 40 Augen erhielten eine Reoperation (32%), 24 (19,2%) wurden zweimal oder häufiger reoperiert. Durchschnittlich mußten die mittels Plombe operierten Augen 0,79 mal und die Augen der Vitrektomie- Gruppe 1,08 mal reoperiert werden.

Für die erste Reoperation wurden Art des verwendeten Op- Verfahrens und Indikation festgehalten, siehe Tabelle 23.

Von den 62 Augen mit Plombenoperation erhielten sieben als Folgeeingriff eine Vitrektomie. Danach lag bei vier Augen die Netzhaut an (57,1%). Bei vier Augen mußte das Plombenmaterial entfernt werden, jeweils zwei Augen erhielten eine zusätzliche Cerclage bzw Plombe. Während des gesamten Behandlungsverlaufs erhielten von den Augen mit Plombenoperation 15 eine sekundäre Vitrektomie (24,2%). Von den Augen mit Vitrektomie erhielten 16 als Folgeeingriff eine Ölentfernung. Insgesamt wurden bei 26 der 50 mit Vitrektomie und Silikonöl- Endotamponade behandelten Augen eine Ölentfernung durchgeführt (41,3 %).

Tabelle 23: Art der ersten Reoperation nach posttraumatischer Ablatio

	Plombenoperation		Vitrektomie	
	n	%	n	%
PPV Öl	4	26,7	7	28
PPV Gas	3	20	2	8
Plb- Revision	0	0	0	0
Plb- Entferng	4	26,7	0	0
Cerclage	2	13,3	0	0
Plombe neu	2	13,3	0	0
Ölentfernung	0	0	16	64

4.3.4.6 Indikation für einen zweiten vitreoretinalen Eingriff

Von den 125 Augen mit posttraumatischer Ablatio wurden 40 Augen genau einmal reoperiert (siehe Tabelle 24). Ursächlich dafür war bei sechs Augen eine massive PVR- Bildung mit konsekutiver traktiver Amotio; eine persistierende NHA zeigte sich in vier Augen. Zu einer Reablatio war es bei neun Augen gekommen; eine schwere Glaskörperblutung erforderte bei einem Auge die Durchführung eines erneuten vitreoretinalen Eingriffs. Eine Zusammenstellung der Indikationen zur Reoperation nach Op.- Verfahren getrennt zeigt die Tabelle 24.

Tabelle 24: Anzahl und Indikation für Reoperationen bei posttraumatischer Ablatio

	Nach Plombe		Nach Vitrektomie		P- Wert
	n	%	n	%	
Anzahl Operationen					
eine	38	61,3	23	36,5	NA
zwei	15	24,2	25	39,7	NA
mehr als zwei	9	14,5	15	23,8	NA
Grund für zweiten Engriff					
Re- Ablatio	5	33,3	4	16	0,204
Persist. Ablatio	3	20	1	4	0,102
PVR	3	20	3	12	0,493
Glaskörperblutg	0	0	1	4	NA
Ölentfernung	0	0	16	64	NA
Plb- Entfernung	4	26,7	0	0	NA

4.3.4.6 Intraokulares Druckverhalten

Eine dauerhafte Hypotonie lag bei vier Augen der Vitrektomiegruppe vor. Von den Augen nach Plombenoperation war keines von einer Hypotonie betroffen. Ein sekundäres Glaukom zeigte sich bei 5 bzw 2 Augen (siehe auch Tabelle 22).

4.3.4.7 Linsenstatus

Für die vitrektomierten Augen wurde eine postoperative Kataraktbildung nachvollzogen.

22 der ursprünglich phaken Augen erhielten eine Kombination von PPV und Lentektomie, so daß bei ihnen postoperativ eine Aphakie vorlag. Bei drei der acht

pseudophaken Augen wurde im Rahmen der Vitrektomie die Kunstlinse entfernt. Damit lag die Anzahl der postoperativ aphaken Augen bei 41 (65% alle Augen). Im weiteren Verlauf erhielten weitere sechs Augen aufgrund einer sekundären Katarakt eine Implantation einer IOL; ein weiteres Auge wurde lentektomiert ohne Einsatz einer Kunstlinse. Am Ende des Beobachtungszeitraums lag somit bei 42 Augen eine Aphakie, bei 11 Augen eine Pseudophakie vor. Bei 10 Augen war weiterhin eine kristalline Linse vorhanden (15,9%) (siehe auch Abbildung 14).

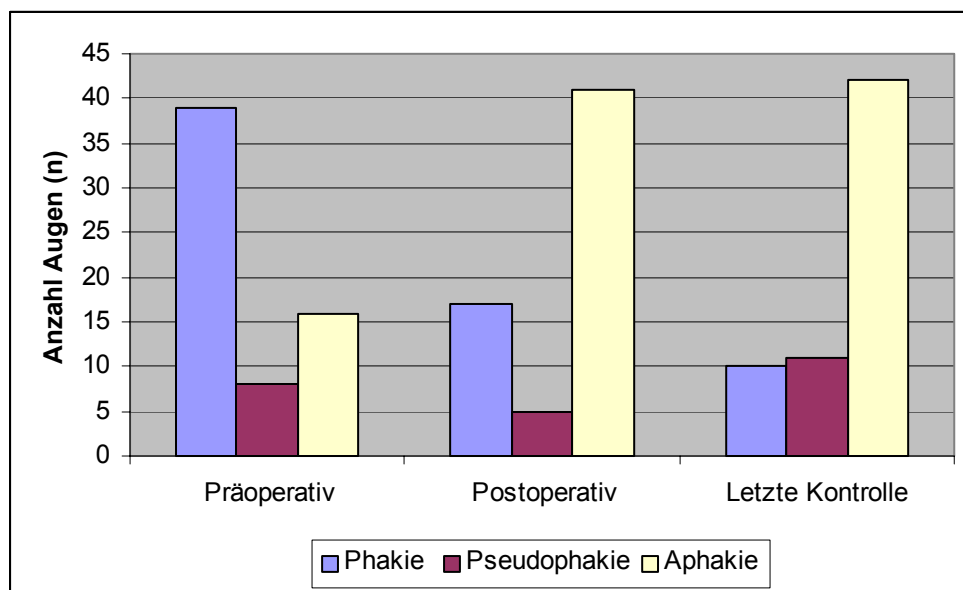


Abbildung 14: Linsenstatus nach PPV bei posttraumatischer Ablatio

4.4 Ergebnisse der Augen mit Pseudophakie / Aphakie

Von den 1056 Patienten, die wegen einer rhegmatogenen Netzhautablösung in der Augenklinik Marburg behandelt wurden, waren 174 von einer Pseudophakie– Ablatio (16,5%) und 44 von einer Aphakie- Ablatio (4,2%) betroffen.

Da das Vorliegen einer IOL bzw eine Aphakie nach Kataraktextraktion sowohl einen Risikofaktor für das Entstehen einer NHA darstellt als auch die prä- und intraoperative Diagnostik bzw Therapie erschwert, wurden diese Patientengruppen zusammengefaßt und gesondert betrachtet.

4.4.1 Demographische Daten

Insgesamt wurden 174 Augen mit Pseudophakie- Amotio und 44 Augen mit Aphakie- Amotio erfasst. Von diesen 218 Augen erhielten 167 (76,6%) eine Plombenoperation und 51 (23,4%) eine Vitrektomie. Die Ausgangsdaten der Patienten mit Pseudophakie-/ Aphakie- Amotio sind in Tabelle 25 zusammengefasst.

4.4.1.1 Alter und Geschlecht

Das mittlere Alter der Patienten mit Pseudophakie/Aphakie- Amotio liegt bei durchschnittlich 63 Jahren ($\pm 14,8$ SD) in der Plombengruppe und 58 Jahren ($\pm 19,5$ SD) in der PPV- Gruppe. In beiden Gruppen findet sich ein leichtes Überwiegen des männlichen Geschlechts: 98 Augen / 58,7%, bzw 33 Augen / 64,7%.

4.4.1.2 Beobachtungszeitraum und Kontrollen

Der Nachbeobachtungszeitraum erstreckte sich bei den mit Plombe behandelten Patienten über im Durchschnitt 4,4 Monate (Median 30 Tage), bei den mit PPV behandelten Patienten über durchschnittlich 7,3 Monate (Median 107 Tage).

Insgesamt erschienen die Patienten mit Plombe zu durchschnittlich 1,2 und die Patienten mit PPV zu durchschnittlich 2,25 ambulanten Kontrollterminen.

4.4.1.3 Symptombdauer

Die von den Patienten angegebene Dauer der zuerst aufgetretenen Symptoms lag bei den mit Plombe behandelten Augen bei durchschnittlich 24 Tagen (Median 4 Tage)

und bei den mit Vitrektomie behandelten Augen bei im Schnitt 106 Tagen (Median 6,5 Tage).

Tabelle 25: Ausgangsdaten der Patienten mit Pseudophakie/Aphakie- Amotio

	Plombenoperation n=167		Vitrektomie n=51		P- Wert
Alter (Jahre)					
Mittelwert (+/-SD)	63	(14,82)	58	(19,54)	0,087
Geschlecht					
männlich	98	58,7%	33	64,7%	0,442
weiblich	69	41,3%	18	35,3%	
Auge					
rechts	97	58,1%	32	62,7%	0,553
links	70	41,9%	19	37,3%	
Vorerkrankungen					
Glaukom	11	6,6%	7	13,7%	0,105
Myopie	56	33,5%	16	31,4%	0,774
GK- Blutung	1	0,6%	1	2,0%	0,372
Amblyopie	5	3,0%	2	3,9%	0,742
Beob.zeitraum (d)					
Mittel (+/- SD)	134,3	(327,6)	(223,9)	304,77	0,086
Anzahl Kontrollen					
Mittelwert (+/- SD)	1,2	(1,44)	2,25	(2,3)	<0,01
Symptomdauer (d)					
Mittelwert (+/- SD)	245,6	(75,7)	106,4	(511,1)	0,046

4.4.1.4 Ophthalmologische Vorerkrankungen

Das Vorliegen einer Myopie ist mit 56 Augen (33,5%) bzw 16 Augen (31,4%) in beiden Therapiegruppen ungefähr gleich verteilt. Eine schwere Myopie von fünf oder mehr Dioptrien zeigten 4 / 2,4% (Plombe) bzw 3 / 5,9% (PPV) der Augen.

Das Vorliegen eines Glaukoms (11 Augen / 6,6%) ist in der Plombengruppe etwas seltener als in der PPV- Gruppe (7 Augen / 13,7%). Von einer Glaskörpereinblutung ist jeweils ein Auge betroffen. Eine präoperative Amblyopie ist bei 5 Augen der Plombengruppe und 2 Augen der Vitrektomiegruppe bekannt.

4.4.2 Präoperativer Netzhautbefund

4.4.2.1 Ausdehnung der Amotio

Von den mittels Plombe operierten Augen sind 20 von einer NHA von bis zu einem Quadranten betroffen, 64 Augen von einer NHA bis max. zwei Quadranten, 47 Augen von einer NHA bis zu drei Quadranten und 36 Augen von einer NHA von bis zu vier Quadranten. Eine komplette Ablatio ist hier bei 17 Augen (10,2%) anzutreffen. Eine Mitbeteiligung der Macula wurde bei 57 Augen gefunden (32,9%). Bei den Augen, die primär vitrektomiert wurden, war bei einem Auge die Netzhaut bis zu einem Quadranten, bei 9 Augen bis zu zwei Quadranten, bei 11 Augen bis zu drei Quadranten und bei 30 Augen bis zu vier Quadranten abgelöst. Eine Totalamotio liegt bei 30 Augen vor (59%); die Macula ist bei 29 Augen mit abgelöst (57%).

4.4.2.2 Lochformen

Insgesamt 62 der mit Plombe operierten Augen hatten ein einzelnes Hufeisenforamen und 25 Augen ein einzelnes Rundloch. Bei einem Auge lag ein Riesenriß vor. Die restlichen Augen hatten Kombinationen aus mehreren Löchern oder Lochformen; so hatten neun Augen Rundlochgruppen von 4-5 Rundlöchern und ein Auge hatte vier Hufeisenforamen.

Von den vitrektomierten Augen hatten sieben Augen ein einzelnes Hufeisenforamen und 9 Augen ein einzelnes Rundloch. Fünf Augen waren von einer Riesenrißbildung betroffen; bei 19 Augen lagen multiple Lochbildungen vor; so hatten vier Augen vier oder mehr Rundlöcher, 5 Augen hatten zwei große zentrale Hufeisenforamen. Eine Orarißbildung zeigte sich bei den Augen mit Pseudophakie- bzw Aphakie-Amotio nicht.

4.4.2.3 PVR

Bei 49 der 218 Augen mit Pseudophakie- bzw. Aphakie- Amotio lagen präoperative PVR- Formationen vor (22,5%). Davon entfielen 25 Augen auf die Plomben- und 24 Augen auf die Vitrektomie- Gruppe (15% bzw. 47,1%).

Während in der Plombengruppe niedrigere Stadien überwogen (6 Augen Stadium A, 7 Augen Stadium B, 8 Augen Stadium C1 und jeweils zwei Augen Stadium C2 und C3), waren bei den Augen der Vitrektomiegruppe die höhergradigen PVR-Formen überwiegend (4 Augen Stadium A, 6 Augen Stadium B; Stadium C2 bei einem, C3

bei zwei und D1 bei einem Auge; drei Augen Stadium D2 und 7 Augen Stadium D3). Anterior loops lagen bei 8 Augen der Vitrektomie- und keinem Auge der Plomben-Gruppe vor.

Tabelle 26: präoperativer Netzhautbefund bei Pseudophakie-/Aphakieamotio

	Plombenoperation		Vitrektomie		P- Wert
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	
NHA (Quadranten)					
bis zu einem Q.	20	12	1	2	NA
bis zu zwei Q.	64	38,3	9	17,7	NA
bis zu drei Q.	47	28,1	11	21,6	NA
bis zu vier Q.	36	21,5	30	58,8	NA
Totalamotio	17	10,2	30	58,8	<0,01
Maculabeteiligung	55	32,9	29	56,9	<0,01
Lochform					
kein Loch präoperativ	20	12	11	21,6	NA
1 Hufeisenforamen	62	37,1	7	13,7	NA
1 Rundloch	25	15	9	17,7	NA
multiple Lochbildungen	59	35,3	19	37,2	NA
Riesenriß	1	0,6	5	9,8	<0,01
Orariß	0	0	0	0	NA
PVR	25	15	24	47,1	<0,01
anterior loops	0	0	8	15,7	<0,01

4.4.3 Operationsmethode

Einen Überblick über die verwendete Operationsmethode gibt Tabelle 27. Von den 137 Augen mit Plombenoperation erhielten 52 eine radiäre, 54 eine limbusparallele Plombe und 57 Augen eine Cerclage. 4 Augen wurden mit einer Kombination aus beiden Verfahren operiert.

Wurde als primäre Operationsform eine Vitrektomie gewählt, so wurde in 28 Fällen Silikonöl und in 23 Fällen Gas als Endotamponade eingesetzt; 43 Augen erhielten zusätzlich eine Cerclage.

Tabelle 27: Verwendete Operationsmethode bei Pseudophakie-/Aphakieamotio

Op- Methode	Operationsmethode bei Pseudophakie/Aphakie	
	n	%
radiäre Plombe	52	23,9
limbusp. Plombe	54	24,7
Cerclage	57	26,2
Kombination	4	1,8
PPV mit Öl	28	12,8
PPV mit Gas	23	10,6
PPV& Cerclage	43	84,3

4.4.4 Anatomische u. funktionelle Ergebnisse nach Aphakie/ Pseudophakieablatio

4.4.4.1 Präoperativer Visus

Die durchschnittlichen Visuswerte sind in Tabelle 28 zusammengefasst. Auch bei den Augen mit Pseudophakie-/ Aphakie- Amotio liegen die Visus- Ausgangswerte der beiden Therapiegruppen deutlich auseinander. So liegt das mittlere Visusäquivalent (VS I) der Augen mit Plombenoperation bei 10 Visusstufen, das der Augen mit Vitrektomie bei drei Stufen.

So haben von den Augen mit Plombe 41% einen Ausgangsvisus von kleiner als 0,1 und jeweils 29% einen Sehschärfe zwischen 0,1 und 0,4 bzw von 0,5 und besser.

Von den Augen mit Vitrektomie zeigen 88% einen Ausgangsvisus kleiner 0,1; nur knapp 10% sehen zwischen 0,1 und 0,4; zwei Prozent haben einen Visus von 0,5 oder besser.

Tabelle 28: Anatomische u. funktionelle Ergebnisse bei Pseudophakie-/Aphakie- Amotio

	Plombe	(n= 167)	Vitrektomie (n=51)		P- Wert
Präoperativ					
Visus< 0,1	69	41,3%	45	88,2%	
Visus >0,1 < 0,5	49	29,3%	5	9,8%	
Visus >0,5	49	29,3%	1	2,0%	
mittl. Visus (VS I) (+/- SD)	10,10	(7,33)	2,96	(4,4)	<0,01
Postoperativ					
Visus < 0,1	47	28,3%	46	90%	
Visus >0,1< 0,5	80	48,2%	4	7,8%	
Visus > 0,5	39	23,5%	1	2%	
mittl. Visus (VS II) (+/- SD)	11,42	(6,0)	3,01	(3,6)	<0,01
durchschn. VÄ (VS II-I) (+/- SD)	+1,34	(5,35)	+0,05	(5,04)	0,129
Netzhaut					
anliegend	120	71,9%	43	84,3%	0,07
Letzte Kontrolle					
Visus < 0,1	42	25,1%	30	58,8%	
Visus >0,1< 0,5	77	46,2%	18	35,3%	
Visus > ,05	48	28,7%	3	5,9%	
mittl. Visus (VS III) +/- SD	12,20	(5,95)	6,60	(5,52)	<0,01
Durchschn. VÄ (VS III-II) (+/- SD)	0,76	(4,13)	3,56	(5,1)	<0,01
Netzhaut					
anliegend	153	91,6%	47	92,2%	0,902

VS: Visusstufen; VÄ: Visusänderung; SD: standard deviation; MW: Mittelwert

4.4.4.2 Postoperativer Visus

Im Vergleich der prä- zur postoperativen Sehschärfe zeigt sich, daß die Augen nach Plombenoperation einen deutlichen Visusanstieg verzeichnen können (Verbesserung um 1,34 Visusstufen; $p < 0,01^*$). Im weiteren Nachbeobachtungszeitraum kommt es zu einem moderaten Anstieg der Sehschärfe dieser Augen (mittlerer Anstieg zwischen postoperativem Visus und Wert bei letzter Kontrolle: 0,76; $p < 0,01^*$). Der mittlere Visus bei der letzten Kontrolle liegt jetzt durchschnittlich bei 12 VS.

Der Visus der Vitrektomiegruppe hat sich postoperativ nicht verändert ($p = 0,533^*$). Der postoperative Visus der Patienten nach Plombenoperation liegt weiterhin deutlich über dem der PPV-Gruppe. Während des weiteren Nachbeobachtungszeitraumes kommt es bei den vitrektomierten Augen zu einem deutlichen Anstieg des Sehvermögens auf 6,6 Visusstufen bei den letzten Kontrollen ($p < 0,01^*$). Trotz dieses Zuwachses liegt der Endvisus immer noch deutlich unter dem der Plombengruppe. Den relativen Verlauf der postoperativen Visuentwicklung zeigt Abbildung 15.

[*: P- Wert in Tabelle nicht aufgeführt]

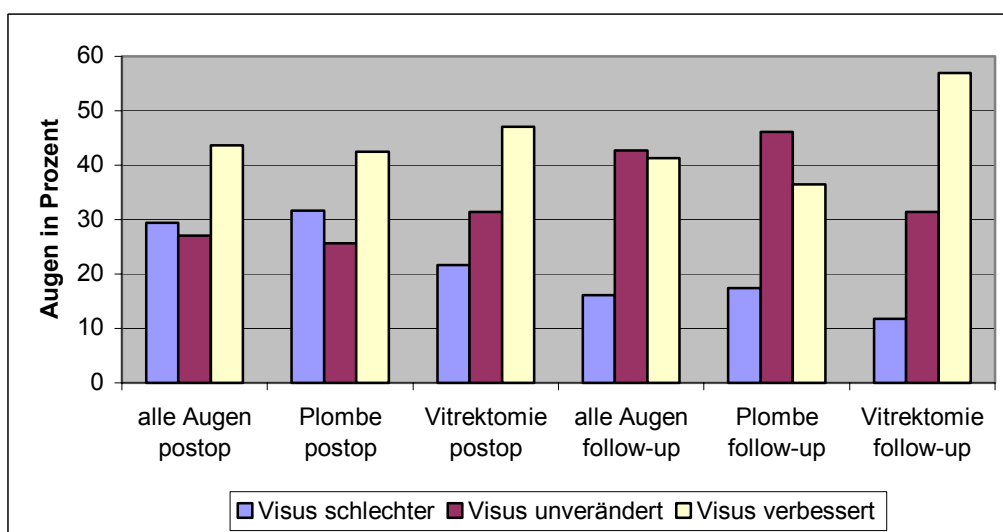


Abbildung 15: Visusentwicklung bei Pseudo-/Aphakie- Ablatio

4.4.4.3 Wiederanlage

Bei 163 von 218 Augen konnte durch die erste Operation eine komplette Netzhautanlage erzielt werden (74,8%). Davon entfielen 120 (71,9%) auf die mit Plombe operierten und 43 (84,3%) auf die vitrektomierten Augen. Im weiteren Nachbeobachtungszeitraum konnte ein Anstieg dieser Zahl beobachtet werden, so daß bei letzter Kontrolle bei 153 (91,6%) der Augen nach Plombe und bei 47 (92,2%) der Augen nach PPV die Netzhaut komplett anlag (siehe auch Abbildung 16).

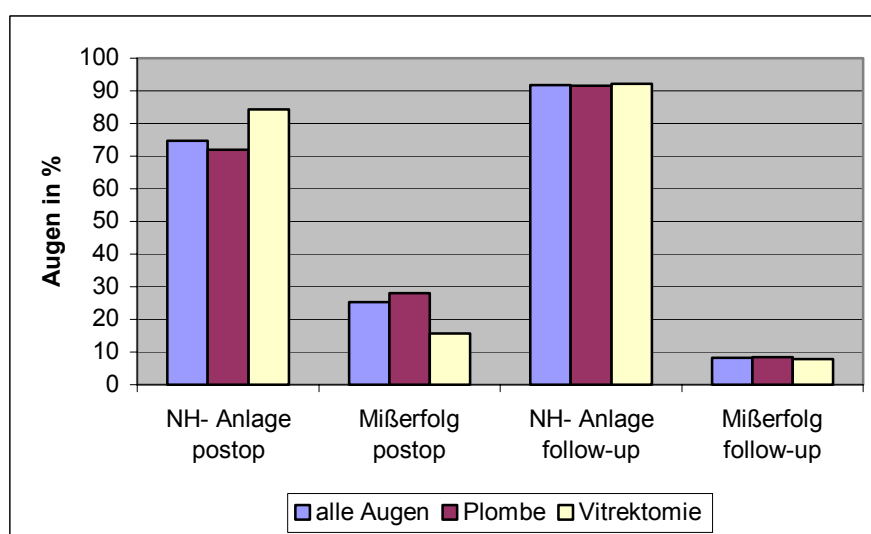


Abbildung 16: Wiederanlage nach Pseudophakie-/Aphakie- Amotio

4.4.4.4 Intraoperative Komplikationen

Zu intraoperativen Komplikationen bei Augen mit IOL bzw. Aphakie kam es in 28 Fällen (12,8%). Dabei erlitten 20 Augen eine Aderhautamotio, fünf Augen eine Glaskörperblutung und 6 Augen eine subretinale Blutung. Eine Skleraperforation trat nicht auf. Eine Aufschlüsselung der beiden Therapiegruppen zeigt Tabelle 29.

Tabelle 29: Komplikationen nach vitreoretinalem Eingriff bei Pseudo- Aphakie-Amotio

	Plombenoperation		Vitrektomie		P- Wert
	n	%	n	%	
Intraoperativ					
Aderhautamotio	17	10,2	3	5,9	0,352
Perforation	0	0	0	0	
Glaskörperblutung	2	1,2	3	5,9	0,05
subretinale Blutung	2	1,2	4	7,8	0,011
Postoperativ					
Hypotonie < 8	5	3	2	3,9	
Hypertonie > 25	10	6	6	11,8	0,166

4.4.4.5 Anzahl Operationen

Bei 127 der 218 Augen war nach dem ersten Eingriff die Behandlung abgeschlossen (58,3%). 42 Augen wurden insgesamt einmal reoperiert (19,3%), 49 Augen erhielten zwei oder mehr Reoperationen (22,4%). Einen Überblick über die eingesetzten Operationsmethoden sowie die Indikation zum zweiten Eingriff geben Tabelle 30 und Tabelle 31. Sechs Augen der PPV- Gruppe erhielten eine zweite Vitrektomie; bei den restlichen Augen wurde eine Ölablassung durchgeführt. In der Plombengruppe mußte bei 17 Augen das Plombenmaterial erneuert oder revidiert werden; bei vier Augen erfolgte aufgrund von Unverträglichkeit oder Infektion die Entfernung des Plombenmaterials. Acht Augen mußten mit einer sekundären Vitrektomie behandelt werden. Während des gesamten Beobachtungszeitraumes mußten 37 Augen nach Plombenoperation vitrektomiert werden (21%). Durchschnittlich wurden die Augen nach episklaler Plomben 0,8mal, die Augen nach Vitrektomie 1,5mal reoperiert.

Tabelle 30: Art der ersten Reoperation bei Pseudophakie/Aphakie- Ablatio

	Nach Plombe		Nach Vitrektomie	
	n	%	n	%
PPV Öl	2	6,9	4	30,8
PPV Gas	6	20,7	1	7,7
Plb- Revision	6	20,7	0	0
Plb- Entfernung	4	13,8	0	0
Cerclage neu	5	17,2	0	0
Plombe neu	6	20,7	0	0
Ölentfernung	0	0	8	61,5
Gesamt	29		13	

4.4.4.6 Indikation für erneuten vitreoretinalen Eingriff

Die Indikation zur ersten Reoperation ist für die beiden Therapiegruppen aus Tabelle 31 zu entnehmen. Bei 15 Augen konnte die Netzhautablösung durch den ersten Eingriff nicht behoben werden, so daß eine erneute Operation nötig wurde. Davon sind signifikant mehr Augen mit Plombenoperation betroffen. Weiterhin trat bei sechs Augen eine erneute NHA, bei fünf Augen eine schwere PVR- Bildung sowie bei einem Auge eine Glaskörpereinblutung auf. Für die letztgenannten Indikationen zeigte sich kein Unterschied für die beiden Therapiegruppen. Eine Ölablassung als Sekundäreingriff nach Vitrektomie wurde bei acht von 28 Augen mit Silikonölendotamponade durchgeführt (28,6%). Im gesamten Beobachtungszeitraum erhielten 19 Augen eine Ölentfernung (67,9%).

Sechs Augen der PPV- Gruppe erhielten eine zweite Vitrektomie; bei den restlichen Augen wurde eine Ölablassung durchgeführt.

Tabelle 31: Anzahl und Indikation der ersten Reoperation bei Pseudo-/Aphakie

	Nach Plombe		Nach Vitrektomie		P- Wert
	n	%	n	%	
Anzahl Operationen					
eine	105	62,9	22	43,1	
zwei	29	17,4	13	25,5	
mehr als zwei	33	19,8	16	31,4	
Grund für zweiten Eingriff					
Ölentfernung	0	0	8	53,8	
Plombenentfernung	4	17,2	0	0	
Persistierende NHA	14	48,3	1	7,7	0,011
Reamotio	6	20,7	3	23,1	0,862
PVR- Amotio	4	13,8	1	7,7	0,572
Glaskörperblutung	0	0	1	7,7	0,131

4.4.4.7 Intraokulares Druckverhalten

Eine chronische Hypotonie zeigten fünf Augen nach Plombenoperation und 2 Augen nach Vitrektomie. Ein sekundäres Glaukom trat bei sechs Augen nach Plombenoperation und nach 10 Augen nach PPV auf (siehe auch Tabelle 29).

5. Diskussion

5.1 Vorbemerkungen

Bei der Auswertung der Ergebnisse der Augen mit rhegmatogener Ablatio retinae, die mittels Plombe oder Vitrektomie behandelt wurden, ist zu berücksichtigen, daß sich die Ausgangssituation der Augen in vielfältiger Hinsicht unterscheidet.

Eine große Anzahl präoperativer Faktoren beeinflusst sowohl die Entscheidung des Operateurs für oder gegen das eine oder das andere Verfahren als auch das Operationsergebnis und das Ausmaß der postoperativ erreichten visuellen Funktion.

Es wurde in dieser Arbeit versucht, das Patientenkollektiv zu homogenisieren, indem Untergruppen mit ähnlicher Pathophysiologie gebildet wurden (Augen nach okularem Trauma, Augen mit Aphakie oder Pseudophakie, Augen mit PVR). Dennoch besteht weiterhin das Problem, daß sich die betroffenen Augen hinsichtlich präoperativer Faktoren (z. B. Ausgangsvisus) deutlich unterscheiden. Zudem treten, besonders nach Einteilung in Untergruppen, große zahlenmäßige Unterschiede zwischen den mit Plombenoperation und mit Vitrektomie behandelten Augen auf. Dadurch sind die statistischen Aussagemöglichkeiten eingeschränkt. Da der postoperative Nachbeobachtungszeitraum nicht standardisiert wurde und damit eine schwankende Größe darstellt, können die Langzeitbeobachtungen in einigen Punkten fehlen. Auch der Einfluß durch verschiedene Operateure und die weitere Verbesserung der vitreo-chirurgischen Techniken über die Jahre 1989 bis 1997 können die Untersuchungsergebnisse mitverändern. Dies muß sicherlich bei der abschließenden Diskussion der Ergebnisse dieser Arbeit berücksichtigt werden.

5.2 Ergebnisse

Im Zeitraum von 1989 bis 1997 wurden 1056 Augen wegen einer rhegmatogener Netzhautablösung operiert, von denen 18,6% durch eine primäre Vitrektomie und 81,4% durch eine episklerale Plombe operiert wurden. Dieses Verhältnis entspricht den Angaben anderer Autoren [Oshima et al. 1999; Laqua, Honnike 2001]. Während in anderen Studien traumatische Ablationes nicht in die Untersuchungen [Oshima et al. 1999, Richardson et al. 2000] aufgenommen wurden, lag in unserer Studiengruppe

der Anteil an posttraumatischen NHA bei knapp 12%. Körner und Böhnke [Körner, Böhnke 1995] berichten von 16,2% traumatischen Netzhautablösungen.

Hinsichtlich der Vorerkrankungen lagen wir mit einer Häufigkeit einer Myopie von fünf oder mehr Dioptrien bei 16,9% unter den Angaben anderer Autoren [Roider et al. 2001, Kwok et al. 2002]. Auch der Anteil an Pseudophakie- bzw. Aphakie-Amotiones mit 20,6% lag unter den Zahlen, die in anderen Studien angegeben wurden (35% bei Roider [Roider et al.], 17,9% bei Bossung [Bossung et al. 1992], 40% bei Desai [Desai et al. 1997]). Auffallend ist die große Anzahl an Augen mit präoperativer PVR (18,8%, davon Grad C oder mehr bei 10% in der vorliegenden Untersuchung), im Vergleich zu Angaben anderer Autoren mit 5% [Hooymans et al. 2000] oder 10,3% [Kreissig et al. 1994]. Die niedrigeren Fallzahlen der genannten Autoren erklären sich dadurch, daß in zahlreichen Arbeiten zur Plomben- und Vitrektomieoperation höhergradige PVR- Stadien als Ausschlußkriterium galten. Auch Augen, die aufgrund von Vorerkrankungen wie Amblyopie oder Glaskörpereinblutungen einen niedrigen Ausgangsvisus hatten und daher häufig nicht in die genannten Untersuchungen mit eingingen, wurden in unserer Studie berücksichtigt.

Mit einer mittleren Nachbeobachtungszeit von durchschnittlich vier Monaten in der Plombengruppe und sieben Monaten in der Vitrektomiegruppe entsprechen unsere Angaben denen anderer Autoren (4 bzw 5 Monate [Roider et al. 2001]).

5.2.1 Anatomische Ergebnisse aller Augen

In dieser Studie wurde bei 76,2% aller Augen eine komplette postoperative Netzhautanlage erzielt, welche im weiteren Verlauf auf 90,9% bei der letzten Kontrolluntersuchung anstieg.

Dabei lag der anatomische Erfolg postoperativ nach episklaler Plombe bei 75,1%, nach Vitrektomie bei 81,1%. Im weiteren Nachbeobachtungszeitraum von durchschnittlich vier Monaten für die Plombengruppe und 7,2 Monaten für die Vitrektomiegruppe, zeigte sich eine Umkehr dieses Trends und es wurden Wiederanlageraten von 92% bzw 86% erzielt ($p=0,011$). Es zeigt sich also bezogen auf das Gesamtkollektiv der rhegmatogenen NHA eine leichte Überlegenheit der Plombenoperation bezüglich der absoluten Wiederanlageraten.

Die hier beobachtete verzögerte Wiederanlage der Netzhaut nach Plombenchirurgie wird häufig durch stattfindende Resorptionsvorgänge von subretinaler Flüssigkeit und dadurch bedingter verlangsamter Wiederannäherung der Retina an ihre Unterlage erklärt [Oshima et al. 2000, Kreissig et al. 1994]. Trotz der Verzögerung der postoperativen Netzhautanlage wird deutlich, daß mit dieser klassischen, niedrig invasiven Technik ein Großteil der Augen mit rhegmatogener NHA erfolgreich behandelt werden können (791 von 1056 Augen).

Die etwas niedrigere Erfolgsrate der Vitrektomie könnte bedingt sein durch einen höheren Anteil schwer erkrankter Augen in dieser Therapiegruppe; Augen, die beispielsweise von einer Totalamotio, einem perforierenden Trauma oder einer ausgeprägten PVR betroffen waren, wurden häufiger durch eine Vitrektomie behandelt. Dadurch wird die direkte Vergleichbarkeit der Erfolgsraten eingeschränkt; es sollte keine generelle Überlegenheit der Plombentechnik gegenüber der Vitrektomie angenommen werden.

In mehreren Untersuchungen zur primären Vitrektomie konnte nachgewiesen werden, daß Augen, die zusätzlich zur Vitrektomie eine Cerclage erhalten, höhere Wiederanlageraten zeigen; auch in dieser Studie wurde ein hoher Prozentsatz mit einer zusätzlichen Cerclage behandelt (150 von 196 Augen). Die Frage, ob der Einsatz eines zusätzlichen skleraeindellenden Verfahrens generell erforderlich bzw. sinnvoll ist, ist noch nicht abschließend geklärt [Oshima et al. 2000, Bratzitikos et al. 2000]. Liegen ausgeprägte Traktionen vor, wie im Rahmen von komplizierten posttraumatischen NHA, scheint der Einsatz einer zusätzlichen Cerclage vorteilhaft zu sein [El-Asrar et al. 1999]. Andererseits kann ihr Einsatz zusätzlich plombenspezifische Nebenwirkungen wie choroidale Durchblutungsstörungen und Refraktionsanomalien zur Folge haben.

Beim Vergleich mit Erfolgsraten aus der aktuellen Literatur entsprechen unsere Wiederanlegeraten den Zahlen anderer Autoren (siehe Tabelle 32). So berichtet Kapran [Kapran et al. 2001] über Wiederanlegeraten von 95% bei komplizierter NHA nach primärer PPV, Höing [Höing et al. 1994] über 74% Erfolg nach PPV mit SF₆-Gas. In einer Studie zu Wiederanlegeraten nach Plombenoperation gibt Mangouritsas [Mangouritsas et al. 1995] eine Erfolgsrate von 78,5 bis 94,5%, Ho [Ho et al. 2002] von 88,9% an.

Insgesamt muß sowohl bei der Diskussion der Erfolgsraten als auch dem Vergleich der beiden Therapieformen bedacht werden, daß eine große Anzahl von Faktoren

(manche Autoren sprechen von neun, andere von bis zu 22 präoperativen Faktoren [Hassan et al. 2002]), Einfluß auf das operative Ergebnis nehmen. Unterschiedlich hohe Wiederanlegeraten müssen also nicht nur durch das jeweilige Operationsverfahren bedingt sein.

Tabelle 32: Anatomische Erfolgsraten anderer Autoren

Autoren	Jahr	Operationsmethode	Patientenzahl	Erfolgsrate
Heinrich et al	1992	Plombe	117	94,5%
Van Tricht [*]	1998	Plombe	104	94,2%
Hassan et al	2002	Plombe	94	98,9%
Hooymans et al	2000	Plombe	152	96%
Körner et al	1995	PPV	501	85%
Hakin et al	1992	PPV	124	83%
Speicher [**]	2000	PPV	83	96,2%
Senn et al	2001	PPV	129	91%
Kwok et al	2002	PPV - Plombe	51	100% - 94%
Roider et al	2001	PPV - Plombe	100	83% - 93%
Oshima et al	2000	PPV- Plombe	102	100%- 100%

[* Van Tricht et al. 1998] [** Speicher et al. 2000]

5.2.2 Anatomische Ergebnisse der Untergruppen

Bei keiner der betrachteten Untergruppen zeigt sich hinsichtlich des bei Abschluß der Behandlung erhobenen Netzhautbefundes ein signifikanter Unterschied für die beiden Therapieverfahren. Im Gegensatz zum Gesamtkollektiv ist hier eine prozentual höhere Wiederanlegerate der Plombenoperation nicht sichtbar (siehe Tabelle 33).

Die höchsten Wiederanlegeraten für die Plombenoperation zeigen die phaken Augen mit nicht vorhandener oder niedriger PVR (93,1 bzw 93%).

Dieser relativ große Anteil am Gesamtkollektiv (in unserer Arbeit 56,2% aller Augen mit rhegmatogener NHA) kann also mit der klassischen und wenig invasiven Plombenoperation in einem hohen Prozentsatz saniert werden.

Die Frage, ab welchem Stadium einer präoperativen PVR der Einsatz einer primären Vitrektomie gerechtfertigt ist, wird noch kontrovers diskutiert [Kreissig et al. 1994, La Heij et al. 2000]. In unserer Studie erzielt die primäre Vitrektomie die besten

Ergebnisse bei Augen mit PVR Grad C, während die mit Plombe versorgten Augen deutlich niedrigere Erfolgsraten zeigten. Hier scheint die episklerale Plombenoperation an die Grenzen ihrer technischen Möglichkeiten zu gelangen. Häufig ist es ab einem PVR-Stadium C nicht mehr sicher möglich, alle traktiven Kräfte im Auge mit einer zirkumferierenden oder segmentalen Plombe dauerhaft zu entlasten, so daß in diesen Fällen die Indikation zur Vitrektomie gestellt werden sollte. Leider sind die Fallzahlen in unserer Studie für Augen mit niedriger präoperativer PVR, die vitrektomiert wurden, zu klein, um in deutlicherer Weise Aussagen treffen zu können.

Weiterhin auffällig ist die deutlich höhere Wiederanlegerate nach primärer Vitrektomie bei pseudophaken Augen (siehe Tabelle 33). Damit entsprechen unsere Werte den Angaben anderer Autoren [Yoshika et al. 1992, Framme et al. 2000]. Diese höhere Wiederanlegerate zum Zeitpunkt der letzten Kontrolluntersuchung nicht mehr nachweisbar. Es wird aber deutlich, daß bei diesem Krankheitsbild der anatomische Erfolg mittels Vitrektomie schneller erreicht wird und deutlicher ausfällt als nach einer Plombenoperation. Dies entspricht vielfach genannten Ergebnissen aus der Literatur, die gerade die Pseudophakie- Ablatio aufgrund ihrer schlechten prä- und intraoperativen Visualisierung von Netzhautlöchern als bevorzugtes Verfahren der primären Vitrektomie betrachtet [Hesse et al. 1996, Bartz-Schmidt et al. 1996, Senn et al. 2002].

Die Augen mit posttraumatischer Ablatio zeigen insgesamt, sowohl nach Plombe als auch nach Vitrektomie, die niedrigsten Wiederanlageraten. Es handelt sich dabei um ein insgesamt sehr inhomogenes Krankenkollektiv mit zum Teil schwersten okularen Traumata (hierzu zählen auch die Mitte der neunziger Jahre aufgrund okulärer Kriegsverletzungen operierten Patienten aus dem ehemaligen Jugoslawien). Trotz dieser häufig komplizierten Ausgangssituation sind die Ergebnisse mit definitiven Wiederanlageraten mit bis zu 88% sehr ermutigend und mit anderen Untersuchungen vergleichbar. So berichtet Spiegel [Spiegel et al. 1997] über 13 Fälle mit schweren okularen Traumata, die mittels PPV behandelt wurden. Die anatomischen Erfolgsraten lagen hier bei 84,6%. Lucke und Mitarbeiter konnten eine Wiederanlage nach traumatischer Ablatio bei 71% erzielen [Lucke et al. 1987].

Tabelle 33: Wiederanlage der Netzhaut in den Untergruppen

	Plombe		Vitrektomie	
	Postop. (%)	Letzte K. (%)	Postop. (%)	Letzte Kontrolle
alle Augen	75,1	92	81,1	86,2
Traumatische Ablatio	82,3	88,7	77,8	79,4
Phake Augen, alle	75,3	92,4	81,7	87,8
Phak, keine PVR	77	93,1	86	91,8
Phak, PVR A+B	74,4	93	100	100
Phak, PVR C	60	88,7	100	100
Phak, PVR D	14,3	57,1	65	70
Pseudo-/Aphakie- A.	71,9	91,8	84,3	92,2
Nur Aphakie-Ablatio	73,3	90	71,1	85,7
Nur Pseudoph.-Ablatio	71,5	92	89,2	94,6

5.2.3 Funktionelle Resultate aller Augen

Ein großes Hindernis für die Vergleichbarkeit der beiden Therapiegruppen liegt in dem deutlichen Unterschied ihrer Pathologie und damit einhergehenden präoperativen Sehschärfe begründet.

So zeigen prozentual gesehen die Augen der Vitrektomiegruppe einen signifikant niedrigeren Ausgangsvisus als die Augen der Plombengruppe. Während nur knapp 37% der Augen, die eine skleraeindellende Operation erhielten, einen Ausgangsvisus von kleiner 0,1 aufweisen, liegt dieser Wert für die Augen mit primärer Vitrektomie bei fast 85%. Selbst Studien, die sich um eine ausgeprägte Angleichung ihrer Untergruppen bemühten [Oshima et al. 2000], zeigen eine signifikant niedrigeren Ausgangsvisus der primär vitrektomierten Augen.

Diese niedrigere Sehschärfe ist als Indikator für den Schweregrad der Erkrankung anzusehen. So sind beispielsweise fast 60% der vitrektomierten Augen von einer Maculaablösung betroffen, was generell einen deutlicheren Abfall des Sehvermögens mit sich bringt. Auch eine Totalamotio bzw eine präoperativen PVR liegt bei ihnen deutlich häufiger vor (siehe Tabelle 34). Generell wird ein niedriger Ausgangsvisus, neben einer mitabgelösten Macula und der Ausdehnung der Amotio, als Risikofaktor für ein schlechtes visuelles Ergebnis angesehen [Mangouritsas et al. 1995, Ahmadiet al. 2000, Hassan et al. 2002]. Liegt eine solchermaßen komplizierte Netzhautsituation vor, wird das betreffende Auge eher durch eine Vitrektomie als

durch eine Plombenoperation erfolgreich zu operieren sein. Daher sind die postoperativen Ergebnisse dieser Augen recht ermutigend. Die Augen nach PPV können ihren Visus um durchschnittlich 3,3 Visusstufen, die Augen nach Plombenoperation um 2,6 Visusstufen steigern ($p=0,148$). Trotz der schlechteren Ausgangssituation der Augen in der Vitrektomiegruppe zeigen sie eine ähnliche durchschnittliche Erholung ihrer Sehschärfe wie die Augen nach Plombenoperation. Weiterhin auffällig ist die verzögerte Visuszunahme nach Vitrektomie. Während die Augen nach episklärer Plombe direkt postoperativ ihren größten Visuszuwachs erfahren, findet dieser nach Vitrektomie erst im weiteren Nachbeobachtungszeitraum statt. Diese verlangsamte Visusrehabilitation könnte dem Zeitraum bis zur Resorption des intraokularen Gases bzw. Entfernung des Silikonöls entsprechen. Ein weiterer plausibler Erklärungsansatz besteht in einer langsameren Funktionserholung der länger abgehobenen Macula dieser Augen.

Tabelle 34: Visuelle Resultate in den Untergruppen

	Gesamtgruppe				Phake Ablatio		IOL-/Aphakie-Ablatio	
	Plombe	PPV	Plombe	PPV	Plombe	PPV	Plombe	PPV
kein Loch (%)	8,1	27	30,6	42,9	4,9	18,3	12	21,6
multiple Löcher (%)	39,5	26	24,2	14,3	51,5	28	35,3	37,2
PVR Grad C -D (%)	6,3	26	9,7	19,1	5,9	30,5	7	27,5
Macula abgel. (%)	29,3	58,2	32,3	57,1	28,1	59,8	32,9	56,9
Totalamotio (%)	7,4	56	16,1	52,4	5,9	47,6	10,2	58,8
End: Aufnahmevisus								
Stabil (%)	49,4	33,7	50	38,1	50,2	31,7	46,1	31,4
Verschlechtert (%)	14,5	16,3	17,7	22,2	13,5	14,6	17,4	11,8
mittl. Visusänderung (VS)	2,58	3,28	1,24	2,69	2,85	3,51	2,1	3,64

5.2.4 Vergleich der funktionellen Resultate der Untergruppen

Augen mit posttraumatischen Netzhautablösungen zeigten durchschnittlich den geringsten Anstieg ihrer Sehschärfe. Dies entspricht der Annahme, daß diese Augen generell eine schlechte Visusprognose besitzen [Häring et al. 1998]. Dennoch zeigen 82,7% der Augen nach Plombenoperation und 73,8% der Augen nach Vitrektomie einen stabilen oder verbesserten Visus, welches ein gutes Ergebnis unter Berücksichtigung der zugrundeliegenden Problematik darstellt. Ghartey und Mitarbeiter [Ghartey et al. 1980] berichten von 82 Augen mit posttraumatischer und traktiver Amotio, die mittels PPV behandelt wurden. Hier konnte eine Stabilisierung bzw eine Verbesserung des Visus in 42,5% erreicht werden. 57,5% der Augen mußten einen Visusverlust hinnehmen.

In ihrer Studie aus dem Jahr 2000 über mit Vitrektomie und Silikonöl- Installation behandelte Augen mit komplizierter NHA berichtet Scott [Scott et al. 2000] über einen erzielten Endvisus von 0,02 und besser in 42% der Fälle und 0,2 und besser in 8% der Fälle. Bezüglich unserer mit Vitrektomie behandelten Augen liegen diese Werte bei 39,7 bzw 15,9%. Während die Anzahl der Augen mit einem sogenannten „orientierenden Visus“ vergleichbar mit den Ergebnissen der anderen Studie ist, liegen die Anzahl der Augen mit „gutem Visus“ in der vorliegenden Untersuchung deutlich darüber.

Betrachtet man das Kollektiv der phaken Augen, so zeigt sich kein signifikant höherer Visusanstieg nach der einen oder der anderen Operationsmethode. Verglichen mit den anderen Untergruppen bewirkt die Plombenoperation bei phaken Augen den relativ größten Zuwachs an Sehschärfe (siehe Tabelle 34). 86,5% der Augen halten ihren Visus stabil oder verbessern ihn. 46% erreichen einen Visus von 0,5 oder besser.

Hinsichtlich einer präoperativen PVR zeigt sich, daß besonders Augen mit niedriger oder nicht vorhandener PVR von einer Plombenoperation profitieren (durchschnittliche Visuserholung um 4,8 Visusstufen); diese Augen zeigten nach Vitrektomie einen postoperativ stagnierten oder sogar sinkenden Visus (vgl. Tabelle 17), welcher erst im weiteren Verlauf auf vergleichbare Werte ansteigt. Im Gegensatz dazu können Augen mit einer PVR Grad C nach Vitrektomie eine maximale

Zuwachsrate ihrer Sehschärfe erfahren. Der gute anatomische Erfolg (s.o.) wird von einem guten funktionellen Resultat begleitet.

In der Untergruppe der Augen mit Aphakie-/ Pseudophakie- Ablatio zeigt sich mit knapp 3,7 Visusstufen ebenfalls eine hohe durchschnittliche Visussteigerung für die Vitrektomie, während die Augen nach Plombenoperation verhältnismäßig weniger gut abschneiden. Trotz einer sehr hohen Anzahl von Augen mit einem präoperativen Visus kleiner als 0,1 (knapp 90%) erreichen die vitrektomierten Augen eine deutliche Steigerung ihres Sehvermögens. Die Anzahl der Augen mit einem Visus kleiner als 0,1 hat sich bei der letzten Kontrolle um rund 30% verringert.

Insgesamt zeigt sich bei der Betrachtung der funktionellen Resultate, daß sich für die durchschnittliche Visuszunahme kein nachhaltiger Unterschied für die beiden Therapieformen abzeichnet. Keinen Unterschied in der visuellen Funktion nach Plombenoperation bzw. Vitrektomie berichten auch andere Autoren [Kwok et al. 2002, Oshima et al. 2000].

Einzig in der relativ kleinen Gruppe der Augen mit präoperativer PVR Grad C liegt die mittlere Visuszunahme nach Vitrektomie signifikant höher als nach einer Plombenoperation. Allerdings sind hier die Fallzahlen sehr gering, so daß die Aussagefähigkeit eingeschränkt bleiben muß.

Bei der Analyse des Einflusses der Operationsmethode auf die endgültige Sehschärfe stellt die mittlere postoperative Visuszunahme zudem nur einen eingeschränkt aussagekräftigen Parameter dar. Die Entwicklung des postoperativen Visus wird von multiplen prä- und intraoperativen Faktoren beeinflusst. Um das Ausmaß dieser möglicherweise störenden oder verfälschenden Einflußgrößen abschätzen und gegebenenfalls begrenzen zu können, müßte eine Randomisierung im Rahmen einer prospektiven Untersuchung durchgeführt werden. Die in dieser Arbeit herausgearbeiteten Ergebnisse können nur ein Hinweis in die eine oder andere Richtung darstellen.

Es wird jedoch unzweifelhaft deutlich, daß ein Großteil der Augen, die noch vor wenigen Jahren aufgrund der Schwere ihrer vitreoretinalen Erkrankung (z. B. okulares Trauma, PVR) ein hohes Risiko der Erblindung hatten, heute in einem hohen Prozentsatz der Fälle durch die verbesserten Indikationsstellungen und Operationstechniken einen Erhalt ihrer visuellen Funktion erwarten können.

5.2.5 Reoperationen der Gesamtgruppe

Postoperativ konnte bei 75% aller Augen nach Plombenoperation und bei 81% aller Augen nach Vitrektomie eine komplette Anlage der Netzhaut erreicht werden; am Ende des Beobachtungszeitraumes lag die Wiederanlagerate bei 92 bzw 86%.

Im Mittel mußten die erstgenannten 0,7 mal, die letzteren 1,2 mal reoperiert werden ($p < 0,01$). Die höhere Anzahl von Reoperationen in der PPV- Gruppe ist durch das relativ gesehen schwerere Krankheitsbild in dieser Gruppe und die Notwendigkeit einer evtl. durchzuführenden Silikonölablassung oder Kataraktoperation erklärbar. Oshima [Oshima et al. 1999] berichtet über mittlere Reoperationszahlen von 1,13mal nach primärer Vitrektomie .

Weiterhin werden Reoperationsraten zwischen 14% bis 22% [Kreissig et al. 1994, Framme et al. 2000, La Heij et al. 2000, Bartz- Schmidt et al. 1996] nach Plombenoperation und Reoperationsraten von 7% bis 25% [Bartz- Schmidt et al. 1996, Roider et al. 2001, Kwok et al. 2002] nach Vitrektomie angegeben.

In der vorliegenden Untersuchung wurde nach der Vitrektomie als Zweiteingriff in knapp 32% eine Re- Vitrektomie und in 63% eine Ölentfernung (nach PPV mit Silikonölinstallation) notwendig. Nach einer Plombenoperation erhielten gut 84% dieser Augen als zweiten Eingriff eine Revision oder Erneuerung der vorhandenen Plombe und 14% eine PPV. Im gesamten Behandlungsverlauf wurde die Durchführung einer sekundären Vitrektomie nach Plombenoperation bei 13% der Fälle erforderlich; dabei zeigte sich, daß die Erfolgsraten bei diesen Augen signifikant niedriger sind (86,8% gegen 92,8%; $p = 0,03$).

5.2.6 Reoperationen in den Untergruppen

Lag eine posttraumatische NHA oder Pseudophakie- Ablatio vor, gleichen sich die durchschnittlichen Reoperationsraten (0,8 vs 1,1 bzw 0,8 vs 1,0). Auch bei höhergradigen PVR- Stadien kann keine im Vergleich höhere Reoperationsrate für die Vitrektomie nachgewiesen werden (siehe Tabelle 36).

Betrachtet man die Anzahl der Vitrektomien, die als Zweiteingriff nach erfolgloser Plombenoperation durchgeführt werden mußten, zeigen sich unterschiedliche Häufigkeiten in den Untergruppen.

In der Gruppe der phaken Augen und der Augen mit niedrigen PVR- Stadien können im Durchschnitt die meisten Augen mittels einer Revision oder Neuanlage einer Plombe reoperiert werden; nur in ca 10% wird die Durchführung einer sekundären Vitrektomie notwendig. Diese Zahl nimmt zu bei den Augen mit traumatischer Netzhautablösung, die einer Reoperation bedürfen (24%) und liegt am höchsten bei Augen mit schwerer präoperativer PVR (bis 44%, siehe Tabelle 35). Angesichts der Tatsache, daß diese mehrfach operierten Augen insgesamt eine schlechtere Prognose bezüglich der anatomischen Erfolgsraten zeigen [Scott et al. 2000], stellt sich die Frage, ob hier nicht der Einsatz einer primären Vitrektomie eher gerechtfertigt gewesen wäre. Auch hinsichtlich der subjektiven Belastung für den Patienten und ökonomischer Überlegungen wäre hier die Wahl einer primären Vitrektomie sinnvoller gewesen.

Tabelle 35: Anzahl sekundärer Vitrektomien nach Plombenoperation

Vitrektomie nach primärer Plombenoperation	
Aphake Augen	6,7%
Phake Augen	10,1%
Augen ohne PVR	11,2%
Gesamtgruppe	13,2%
PVR A / B	21%
Pseudo- / Aphak gesamt	21%
Nur Pseudophake	24,1%
Augen nach Trauma	24,2%
PVR C	30,4%
PVR D	44,4%

5.2.7 Indikation zur ersten Reoperation

Für einen erfolglosen ersten Eingriff und die Durchführung einer Revisionsoperation war die Entwicklung einer PVR- Amotio nach Plombe in 9% und nach Vitrektomie in 10% verantwortlich.

Ähnliches berichten auch andere Autoren, die eine PVR- Rate zwischen 2,6% (bei unkomplizierter NHA) bis 19% (bei Pseudophakie) für die skleraeindellenden Verfahren angeben [Mangouritsas et al. 1995, Bartz-Schmidt et al. 1996, Oshima et

al. 2000, La Heij et al. 2000, Framme et al. 2000]. Postoperative PVR nach primärer Vitrektomie wird in 3% (bei Pseudophakie) bis 12% (bei Myopie) angegeben [Yoshika et al. 1992, Roider et al. 2001, Kapran et al. 2001, Kwok et al. 2002].

Die niedrigsten PVR- Raten zeigten sich in der vorliegenden Untersuchung für die phaken Augen, die durch eine Plombenoperation behandelt wurden (6,3%); die höchsten Zahlen zeigen sich bei posttraumatischen und pseudophaken Ablationes, die mit einer Plombe behandelt wurden (20% bzw 13,8%). Nach Vitrektomie tritt eine postoperative PVR relativ konstant auf; sie liegt in dieser Untersuchung zwischen 8% (bei pseudo- bzw aphaken Augen) und 12% (bei posttraumatischen Netzhautablösungen). Während nach Vitrektomie das Auftreten einer proliferativen Vitreoretinopathie in den Untergruppen relativ gleichförmig zu beobachten ist, unterscheidet sich das Ausmaß an postoperativer PVR nach Plombenoperation für die verschiedenen Krankheitsbilder (Trauma, Pseudophakie usw).

Dies stützt die These, daß nicht, wie früher angenommen, die Vitrektomie einen Risikofaktor für postoperative PVR darstellt [Cowley et al. 1989], sondern die PVR-Entstehung die Folge unentdeckter und nicht tamponierte Löcher ist. Diese Komplikation tritt nach Plombenoperation bei unübersichtlichen Netzhautsituationen häufiger auf [Lincoff et al. 1996, Scott 2002].

Eine erneute NHA nach primär erfolgreicher Wiederanlage war bei 21% der Augen nach Plombenoperation und 18% nach Vitrektomie der Grund zur ersten Reoperation. Diese Komplikation trat am häufigsten bei mit Plombe versorgten posttraumatischen Netzhautablösungen und bei vitrektomierten Augen mit Pseudophakie- Ablatio auf (siehe Tabelle 36). Ein statistisch signifikanter Unterschied für diese Komplikation nach Plombe bzw PPV zeigt sich in den Untergruppen jedoch nicht.

Ein deutlicher Unterschied in den beiden Therapiegruppen zeigt sich für das Problem einer persistierenden NHA, welche durch einen Zweiteingriff behoben werden muß. Dieses Problem trat nach Plombenoperation wesentlich häufiger auf (als Indikation zur Reoperation in knapp 45% genannt). Nach Vitrektomie waren 6,7% der Augen von einer persistierenden Ablatio betroffen. Aufgrund der Tatsache, daß bei der Vitrektomie- Technik vom Binnenraum des Auges aus operiert wird und man dadurch direkten Zugang zu den erkrankten Geweben erhält, besteht methodenbedingt das Problem einer persistierenden NHA selten. Im Gegensatz dazu wird durch die Plombenoperation die Sklera eingedellt und die NH von außen wiederangelegt. Bei dieser Technik ist es schwieriger, alle, auch sehr kleine

Netzhautlöcher durch den Buckelwall abzudecken bzw. eine exakte Positionierung des Plombenmaterials über dem Lochareal zu erreichen. Ein vollständiges oder partielles Fortbestehen einer Ablatio ist also technikbedingt häufiger zu erwarten. Durch eine Revision der vorhandenen Plombe kann dieses Problem gut gelöst werden [Asaria, Gregor 2002]. So berichtet Bossung [Bossung et al. 1992] über persistierende NHA in 42% nach episkleralen Plombentechniken; nach Reoperation lag die Erfolgsrate bei knapp 95%.

5.2.8 Intraoperative Komplikationen

Zu intraoperativen Komplikationen kam es bei 13,4% aller Augen. Insgesamt trat bei 7% eine Aderhautamotio, bei 2,4% eine Glaskörperblutung, bei 3,7% eine subretinale Blutung und bei 0,4% eine Skleraperforation auf. In dieser Untersuchung sind die mit Vitrektomie behandelten Augen deutlich häufiger von einer subretinalen Blutung betroffen (siehe Tabelle 6, $p=0,04$). Auch eine Glaskörpereinblutung tritt etwas häufiger auf ($p=0,08$).

In der Studie von Oshima [Oshima et al. 2000] konnte kein signifikant häufigeres Auftreten einer intraoperativen Blutung nach PPV gezeigt werden; ebenso wie bei Kwok [Kwok et al. 2002], sowie Roider [Roider et al. 2001] traten intraoperative Blutungen eher nach skleraeindellenden Verfahren auf. Eine Erklärung dieser Differenz ist möglicherweise die intraoperative Punktion von subretinaler Flüssigkeit im Rahmen der Plombenchirurgie, die an der Universitätsklinik Marburg im Vergleich mit anderen Kliniken seltener durchgeführt wird.

Während sich für posttraumatische und phake Ablationes die intraoperative Blutungshäufigkeit nicht unterscheidet, sind davon erneut mehr Augen nach PPV betroffen, wenn eine Pseudophakie- oder Aphakie- Ablatio vorliegt. Hier liegen die Angaben anderer Studien für das Auftreten von intraoperativen Blutungen zwischen 3,3 bis 5% nach Plombenoperation und null bis zwei Prozent nach Vitrektomie.

Hierbei sollte berücksichtigt werden, daß gerade die vitrektomierten Augen in vielen Studien stark vorselektiert wurden, während in unsere Studie auch komplizierte Netzhautablösungen kein Ausschlusskriterium für die Aufnahme darstellten.

Hinsichtlich des Auftretens von Aderhautamotionen und Skleraperforationen zeigt sich bezogen auf alle Augen keine Häufung in der einen oder der anderen Therapiegruppe.

Beim Vergleich der genannten Untergruppen zeigt sich ein gehäuftes Auftreten von Aderhautamotionen nur bei pseudophaken und aphaken Augen, die mittels Plombentechnik operiert wurden. Für die restlichen Augen nach Plombenoperation liegt die Häufigkeit unter den Angaben anderer Autoren von 5,6% bis 10,9% nach konventioneller Ablatiochiurgie [Bossung et al. 1992, Hassan et al. 2002].

Tabelle 36: Vergleich der Komplikationsraten in den Untergruppen

	Gesamtgruppe		Traumatische phake Ablatio		Pseudo-/Apakie-Ablatio	
Art d. Komplikation	Plombe	PPV	Plombe	PPV	Plombe	PPV
	%	%	%	%	%	%
Aderhautamotio	2	4,1	6,5	4,8	7	3,9
Subretinale Blutung	3,1	6,1	0	4	4	4,9
GK- Einblutung	2	4,1	1,6	1,6	2,2	4,9
Skleraperforation	0,3	0,5	0	1	3	0
Hypotonie	1,5	3,5	0	4,8	1,1	1,2
Hypertonie	0,1	0,5	0	0	0	1,2
Indikation für erste Reop						
Re-Ablatio	21,2	18,3	33,3	16	19,3	18,7
Persist. Ablatio	44,9	6,7	20	4	48,2	9,1
PVR-Ablatio	9	10	20	12	6,3	9,1
MW Reopanzahl	0,7	1,2	0,8	1,1	0,6	1,2

5.2.9 Postoperative Komplikationen

Nach Vitrektomie sind deutlich mehr Augen von einer passageren intraokularen Druckerhöhung betroffen (3,8% vs 8,7%, $p=0,005$; siehe Tabelle 6). Dabei variieren die Angaben in der Literatur zwischen null Prozent nach Plombenoperation [Kreissig et al. 1994], bis 3,2% nach PPV [Oshima et al. 1999] bis zu 30% (nach Plombe) bzw 67% (nach PPV) [Oshima et al. 1999], wobei durchweg die Augen nach Vitrektomie häufiger betroffen sind.

Als wesentliche Komplikation und größter Nachteil der primären Vitrektomie gilt die Kataraktentstehung, die nach entsprechend langer Nachbeobachtungszeit bei quasi allen Augen zu beobachten ist [Oshima et al. 1999, Kroll 2001].

So wurde in der vorliegenden Untersuchung eine Katarakt-Entwicklung bei 73,5% aller Augen nach Vitrektomie beobachtet. Die Daten für die mit Plombe versorgten Augen sind unvollständig, da nur bei 268 Augen Informationen über den Linsenstatus im Nachbeobachtungszeitraum vorlagen. In der Literatur wird die Kataraktentstehung nach skleraeindellender Operation mit 15 bis 28% angegeben [Oshima et al. 2000, Roider et al. 2001]. Für Kataraktentwicklung nach Vitrektomie werden Zahlen zwischen knapp 28 % [Hakin et al. 1993] bis 86% [Heimann et al. 1996] genannt. Dies bedeutet für einen Großteil der behandelten Patienten, dass sie mit einer Linsentrübung rechnen müssen, und, falls keine Kombination aus PPV und IOL-Implantation durchgeführt wurde, in absehbarer Zeit eine Kataraktextraktion notwendig wird. Unter diesem Gesichtspunkt sollte gerade bei jüngeren Patienten mit kristalliner Linse primär der Plombenoperation der Vorzug gegeben werden.

5.3 Zusammenfassung

Wir untersuchten retrospektiv 1056 konsekutive Fälle von rhegmatogenen Netzhautablösungen aus den Jahren 1989 bis 1997, die an der Universitäts-Augenklinik Marburg mittels Pars- Plana- Vitrektomie oder einer episkleralen Plombenoperation behandelt wurden. Es konnte eine komplette Wiederanlage der Netzhaut mittels initialer Operation in 76% der Fälle erreicht werden. Im weiteren Verlauf steigerte sich diese Anzahl nach durchschnittlich 0,7 Reoperationen nach Plombenoperation und 1,2 Reoperationen nach Vitrektomie auf 90,9%.

Hinsichtlich des funktionellen Ergebnisses hatten sich die Augen nach Plombenoperation durchschnittlich um 2,56 und die Augen nach Vitrektomie um 3,1 Visusstufen verbessert. Nach durchschnittlich 4,7 Monaten Nachbeobachtungszeitraum zeigten 85,5% der Augen nach Plombenoperation und 83,7% der Augen nach Vitrektomie einen konstanten oder verbesserten Visus. Der Anteil der Augen mit einem Visus kleiner als 0,1 konnte nach Vitrektomie um 25%, nach Plombenoperation um 18,5% gesenkt werden.

Intraoperative Komplikationen wie Aderhautamotio und Skleraperforation traten in den beiden Therapiegruppen ähnlich häufig auf. Vitrektomierte Augen waren jedoch häufiger von einer intraoperativen Blutung betroffen. Postoperativ zeigte sich nach der Plombenoperation signifikant häufiger eine persistierende Netzhautablösung, möglicherweise als Ausdruck unerkannter oder unzureichend tamponierter Löcher. Bei 73% der phaken Augen, die vitrektomiert wurden, trat eine Katarakt auf.

Das Gesamtkollektiv der 1056 Augen wurde anhand der zugrunde liegenden pathogenetischen und komplizierenden Faktoren in Untergruppen unterteilt. Die größte Gruppe ohne begleitende Linsenveränderungen oder Traumatisierungen („Phake Augen“ mit n= 713) wurde nochmals hinsichtlich ihrer funktionellen und anatomischen Ergebnisse in Abhängigkeit vom präoperativen PVR- Stadium untersucht.

Der größte Teil der phaken Augen wurde mittels Plombenoperation operiert (631 von 713 Augen, 88,5%). Bezüglich der anatomischen Erfolgsraten nach Vitrektomie (92%) und Plombenoperation (87,8%) und für den durchschnittlichen Visusanstieg (2,8 bzw. 3,5 Visusstufen) konnte für die phaken Augen keine eindeutige Überlegenheit einer Operationsform nachgewiesen werden. Nur wenige Augen (6,3% bzw. 9,1%) waren von einer postoperativen PVR betroffen. 10% der Augen nach

Plombenoperation mussten sekundär vitrektomiert werden. Knapp 75% der Augen der Vitrektomiegruppe entwickelten eine Katarakt.

Bei Betrachtung der Ergebnisse in Abhängigkeit einer präoperativen PVR zeigte sich, dass Augen mit einem PVR- Stadium C1 bis C3 hinsichtlich ihrer funktionellen und anatomischen Ergebnisse deutlich mehr von einer Vitrektomie profitierten. Liegt hingegen keine oder ein niedriges PVR- Stadium vor, erreichte die Plombenoperation ihre maximalen Wiederanlegeraten (93%) sowie deutliche Verbesserungen der visuellen Funktion der betroffenen Augen.

Augen mit posttraumatischer Netzhautablösung (n=125) wurden jeweils ca. zur Hälfte mittels Vitrektomie und Plombentechnik operiert. Tendenziell erhielten dabei Augen mit schweren Verletzungen und Totalamotio eher eine Vitrektomie, während Augen mit geringeren, oft stumpfen Traumata mittels Plombenoperation versorgt wurden. Während sich die Wiederanlegerate in den beiden Therapiegruppen kaum unterschied, konnten die Augen nach Vitrektomie im Gegensatz zu den mit Plombentechnik operierten Augen eine signifikante Steigerung ihres Sehvermögens erzielen. Die Augen nach Plombenoperation mussten sich häufiger einer Reoperation bzw. einer sekundären Vitrektomie unterziehen; eine postoperative PVR trat in 20% dieser Augen auf.

Augen mit Netzhautablösung bei Pseudophakie (n=174) und Aphakie (n=44) wurden in einer Gruppe zusammengefasst; knapp 77% dieser Augen wurde mittels einer Plombenoperation versorgt. Bei diesen lag die Wiederanlegerate der NH mit knapp 72% zunächst deutlich unter dem Ergebnis der vitrektomierten Augen (84%). Erst im weiteren Verlauf kam es zu einer Angleichung der Wiederanlegeraten, wobei die Vitrektomie hier Erfolgsraten von knapp 95% erreichen konnte. Nach Vitrektomie lag der Anstieg der durchschnittlichen Sehschärfe bei 3,6 Visusstufen und war damit deutlich höher als der Visuszuwachs nach Plombenoperation (durchschnittlich +2,1 VS), dieses Ergebnis ist aber nicht statistisch signifikant. Pseudophake und aphake Augen waren nach Plombenoperation häufiger als Augen der anderen Untergruppen von Komplikationen betroffen: so zeigte sich in fast 14% eine postoperative PVR-Ablatio. Durch solche konservativ nicht beherrschbaren Komplikationen stieg die Rate an sekundären Vitrektomien auf knapp 25%.

6. Schlussfolgerung

Aufgrund der zunehmenden Verbesserung der operativen Techniken und Zunahme des Wissens über die Pathophysiologie der Netzhautablösung werden heute sehr gute anatomische und funktionelle Ergebnisse bei der Behandlung dieses Krankheitsbildes erzielt. Besonders bei komplizierten Ablationen, wie zum Beispiel der Ablatio nach okularem Trauma und Ablatio mit höhergradiger proliferativer Vitreoretinopathie, die noch vor 15 Jahren eine häufig infauste Prognose hatten, können viele Augen gerettet und ihre visuelle Funktion erhalten werden.

Für den Großteil der unkomplizierten Netzhautablösungen empfiehlt sich weiterhin die konventionelle Plombentechnik, da die skleraeindellenden Verfahren hohe Erfolgsraten erzielen und das Risiko potentiell schwerwiegender Komplikationen wie intraoperative Blutungen, sekundäre Katarakt- Entstehung sowie behandlungsbedürftige Augeninnendruckerhöhungen deutlich geringer ist.

Liegen Erkrankungen wie eine Pseudophakie- bzw. Aphakie- Amotio oder eine höhergradige proliferative Vitreoretinopathie vor, so sind die Erfolgschancen einer primären Plombenoperation, wie diese Studie aussagt, deutlich vermindert. Hier sollte, auch im Hinblick auf die hohe Rate nachfolgender Vitrektomien aufgrund eines initialen Mißerfolges, die Indikation zur Vitrektomie eher gestellt werden.

Tendenziell wurden in der vorliegenden Untersuchung die Augen mit niedrigem Ausgangsvisus und ausgedehnten Netzhautablösungen eher der Vitrektomie- als der Plombengruppe zugeordnet. Dies ist Ausdruck der präoperativen Selektion durch den Operateur. Postoperativ zeigten sich hinsichtlich der anatomischen Erfolgsraten und der postoperativen Komplikationen nur geringfügige Unterschiede in den beiden Therapiegruppen. Dies scheint ein starkes Argument für die Ebenbürtigkeit der beiden Operationsmethoden zu sein, wenn die präoperative Indikation richtig gestellt wird.

Bei der operativen Behandlung der rhegmatogenen Netzhautablösung sollte es nicht um ein entweder / oder, sondern um die für den individuellen Patienten adäquate Behandlungsform gehen. Eine generelle Überlegenheit einer Technik ließ sich in der vorliegenden Untersuchung nicht nachweisen. Durch das Wissen über günstige oder eher ungünstige Resultate, wie in manchen Untergruppen zu beobachten war, können jedoch Entscheidungsabläufe beeinflusst werden.

Das Ziel sollte die rasche und möglichst komplette Wiederanlage der Netzhaut durch die initiale Operation unter Vermeidung von Reoperationen und methodenbedingter Komplikationen sein. Der Schlüssel zum Erfolg sind der sichere Verschluss sämtlicher Netzhautlöcher und die Entlastung vitreoretinaler Traktionen.

In dieser Arbeit wurden retrospektiv über 1000 Fälle von rhegmatogener Netzhautablösung unterschiedlicher Ätiologie untersucht. Der Vorteil eines derart großen Studienkollektivs wird in seiner Aussagefähigkeit durch die inhomogene Zusammensetzung und seinen retrospektiven Charakter abgeschwächt.

Die Netzhautablösung stellt eine multifaktorielle vitreoretinale Erkrankung dar, und nur mittels evidenz- basierter Richtlinien aus prospektiven, randomisierten Studien [Heimann et al. 2001] sind allgemeingültige Therapieempfehlungen möglich. Da die Durchführung solch umfangreicher Untersuchungen nicht einfach ist, ist nach wie vor die präoperative Diagnostik zur Entdeckung sämtlicher Netzhautlöcher die Voraussetzung für das Gelingen der Operation. Die Indikation für die eine oder die andere Operationsform muß jeweils abhängig von präoperativen Befund individuell gestellt werden und kann nicht schematisch anhand einer Checkliste abgearbeitet werden.

.

Abkürzungsverzeichnis

- **AH:** Aderhaut
- **C2F6:** Perfluoropropan
- **GK:** Glaskörper
- **IOL :** Intraokularlinse
- **MW:** Mittelwert
- **NA :** nicht anwendbar
- **NH:** Netzhaut
- **NHA:** Netzhautablösung
- **PFC :** Perfluorocarbon
- **PPV:** Pars-Plana- Vitrektomie
- **PVR:** Proliferative Vitreoretinopathie
- **RPE:** Retinales Pigmentepithel
- **SB :** Skleraler Buckel
- **SD :** Standardabweichung (standard deviation)
- **SF6:** Sulfurhexafluorid
- **SÖ:** Silikonöl
- **SRF :** Subretinale Flüssigkeit
- **VÄ :** Visusänderung
- **VS:** Visusstufen

Literaturverzeichnis

1. Abrams GW, Azen SP, Mc Cuen BW, Flynn HW, et al. Vitrectomy with silicone oil or long acting gas in eyes with severe proliferative vitreoretinopathy: results of additional and long-term follow-up. Arch Ophthalmol 1997; *114*: 335-344
2. Ahmadieh H, Entezari M et al. Factors influencing anatomic and visual results in primary scleral buckling. Eur J Ophthalmol 2000 ; *10* :153-159
3. Algvere PV, Jahnberg P, Textorius O. The Swedish retinal detachment register. A database for epidemiological and clinical studies. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 1999; *237*:137-144
4. Asaria RHY, Gregor ZJ. Simple retinal detachments: identifying the at-risk case. Eye 2002; *16*: 404-410
5. Barr C, Lai MY, Lean J, Linton K et al. Postoperative intraocular pressure abnormalities in the silicone study. Ophthalmology 1993; *100*: 1629-1635
6. Bartz-Schmidt K, Kirchhof B, Heimann K. Risiko-Faktoren der Reablatio retinae durch proliferative Vitreoretinopathie nach episkleraler Chirurgie wegen Pseudophakie-Ablatio. Klin Monatsbl Augenheilkd 1996; *20*: 882-86
7. Bartz-Schmitz KU, Kirchhof B, Heimann K. Primary vitrectomy for pseudophakic retinal detachment. Brit J Ophthalmol 1996; *80*: 346-349
8. Bodanowitz S, Hesse L, Kroll P. Gleichzeitige bilaterale rhegmatogene Netzhautablösung. Klin Monatsbl Augenheilkd. 1995; *206*: 148-151
9. Bonnet M, Guennoun S. Surgical risk factors for severe postoperative proliferative vitreoretinopathy in retinal detachment with grade B PVR. Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol 1995; *233*: 789-791
10. Bornfeld N. Ablatiochirurgie. Von innen, von außen oder beides? Ophthalmologe 2001; *98*: 879-880
11. Bossung C, Müller K, Heiland E, Richard G. Erfolge nach Netzhautoperation linsenhaltiger und pseudophaker Augen im Vergleich unter Berücksichtigung von präoperativen Befund und Art des Linsenimplantates. Klin Monatsbl Augenheilkd 1992; *201*: 79-82

12. Bratzitikos M. The expanding role of primary pars-plana-vitrectomy in the treatment of rhegmatogenous noncomplicated retinal detachment. *Seminars in Ophthalmology* 2000; 15: 65-77
13. Bryman A, Cramer D. Quantitative data analysis. East Sussex. Philadelphia Routledge 2001
14. Clemens S, Busse H, Emmerich KH. Mißerfolgsursachen nach episkleraler Plombenoperation der Netzhaut. *Fortschr Ophthalmol* 1991; 88: 616-622
15. Cowley M, Conway B, Campochiaro A, Kaiser D, Gaskin H. Clinical risk factors for proliferative vitreoretinopathy. *Arch Ophthalmol* 1989; 107: 1147-1151
16. Desai UR, Strassmann IB. Combined pars plana vitrectomy and scleral buckling for pseudophakic and aphakic retinal detachments in which a break is not seen preoperatively. *Ophthalmic Surg Lasers* 1997; 28: 718-722
17. El-Asrar A, Al-Amro S, Khan N. Retinal detachment after posterior segment intraocular foreign body injuries. *International Ophthalmology* 1999; 223: 69-375
18. Framme C, Roider J, Hoerauf H, Laqua H. Komplikationen nach externer Netzhautchirurgie bei Pseudophakie- Ablatio - sind eindellende Operationsverfahren noch aktuell? *Klin Monatsbl Augenheilkd* 2000; 216: 25-32
19. Friedman CS, D'Amico DJ. Vitrectomy alone for the management of uncomplicated recurrent retinal detachments. *Retina* 1995; 15: 469-474
20. Gartry DS, Chignell AH, Franks WA, Wong D. Pars Plana Vitrectomy for the treatment of rhegmatogenous retinal detachment uncomplicated by advanced proliferative vitreoretinopathy. *Br J Ophthalmol* 1993; 77: 199-203
21. Ghartey KN, Tolentino F, MacKenzie H, McMeel W, Schepens C, Lloyd A. Closed vitreous surgery. XVII. Results and complications of pars plana vitrectomy. *Arch Ophthalmol* 1980; 98: 1248-1252
22. Ghazi NG, Green WR. Pathology and pathogenesis of retinal detachment. *Eye* 2002; 16: 411-421
23. Gonin J. The treatment of detached retina by searing the retinal tears. *Arch Ophthalmol* 1930; 4: 621-625

24. Greven CM, Sanders RJ, Brown GC, et al. Pseudophakic retinal detachments. *Ophthalmology* 1992 ; 99 : 257-262
25. Häring G, Wiechens B. Long- term results after scleral buckling surgery in uncomplicated juvenile retinal detachment without proliferative vitreoretinopathy. *Retina* 1998; 18: 501-505
26. Hakin K, Lavin M, Leaver P. Primary vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 1993; 231: 344-346
27. Hartmann E. Skalierung von Visusstufen. *Klin Monatsbl Augenheilk* 1987; 191: 62-68
28. Hassan T, Sarraffizadeh R, Ruby A et al. The effect of duration of macular detachment on results after the scleral buckle repair of primary, macula-off retinal detachments. *Ophthalmology* 2002; 109: 146-152
29. Heidenkummer HP, Kampik A. Vergleichende immunhistochemische Untersuchungen epiretinaler Membranen bei proliferativen vitreoretinalen Erkrankungen. *Fortschr Ophthalmol* 1991 ;88: 219-114
30. Heimann H, Bornfeld N, Friedrichs W, Helbig H, Kellner U, Korra A, Fösster MH. Primary vitrectomy without scleral buckling for rhegmatogenous retinal detachment. *Graefe's Arch Clin Exp Ophththalmol* 1996; 234: 561-568
31. Heimann H, Hellmich M et al. Scleral buckling versus primary vitrectomy in rhegmatogenous retinal detachment (SPR Study): Design issues and implications. *Graefe's Arch Clin Exp Ophthalmol* 2001; 239: 567-574
32. Heinrich T, Balogh T, Kalman A, Messmer EP. Ergebnisse nach konventioneller Ablatiochirurgie: II. Refraktionsänderungen. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1992 200: 454-460
33. Hesse L, Bodanowitz S, Kroll P. Netzhautnekrose nach stumpfen Bulbustrauuma. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1996; 209: 150-152
34. Ho CL, Chen KJ, See LC. Selektion of scleral buckling for primary retinal detachment. *Ophthalmologica* 2002; 2: 33-39
35. Hoerauf H, Roider J, Herboth T, Hager A, Laqua H. Ergebnisse nach Vitrektomie bei rhegmatogener Ablatio und dichten Glaskörpertrübungen. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1997; 211: 369-374

36. Höing C, Kampik A, Heidenkumer HP. Ergebnisse nach pars-plana-Vitrektomie mit intraokularer SF6-Gas- Tamponade bei komplizierter Ablatio retinae. *Ophthalmologe* 1994; *91*: 12-318
37. Höing C, Kampik A, Heidenkummer HP. Primäre Vitrektomie bei rhegmatogener Ablatio retinae. *Ophthalmologe* 1995; *92*: 668-671
38. Hooymans J, De Lavalette VW, Oey A. Formation of proliferative vitreoretinopathy in primary rhegmatogenous retinal detachment. *Documenta Ophthalmologica* 2000; *100*: 39-42
39. Hutten W, Azen S, Blumenkranz M et al. The effects of silicone oil removal. *Arch Ophthalmol* 1994; *112*: 778-785
40. Kanski J. Lehrbuch der klinischen Ophthalmologie. Stuttgart. Thieme Verlag 1996
41. Kapran Z, Uyar OM, Kaya V, Eltutar K. Recurrences of retinal detachment after vitreoretinal surgery, and surgical approach. *Eur J Ophthalmol* 2001; *11*: 166-170
42. Körner F, Böhnke M. Vitrektomie bei proliferativer Vitreoretinopathie. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1995 ; *206* : 239-245
43. Kreissig I, Simander E, Rose D. Die Rolle der segmentalen Plombenchirurgie in der Behandlung der PVR- Ablatio Stadium B und C. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1994; *205*: 336-343
44. Kreissig I, Simader E, Fahle M, Lincoff H. Visual acuity after segmental buckling and non- drainage: a 15- year follow- up. *Eur J Ophthalmol* 1995; *5*: 240-246
45. Kroll P. Buckelchirurgie versus primäre Pars- Plana- Vitrektomie in Abhängigkeit von der Pathologie des Glaskörpers. *Ophthalmologe* 2001; *98*: 886
46. Küchle HJ, Busse H, Küchle M. Taschenbuch der Augenheilkunde. Bern. Verlag Hans Huber 1998
47. Kwok A, Cheng L, Tse M et al. Outcomes of primary rhegmatogenous retinal detachment in myopes of five or more diopters. *Ophthalmic Surg Lasers* 2002; *33*: 188-194

48. La Heij EC, Derhaag PF, Hendrikse F. Results of scleral buckling operations in primary rhegmatogenous retinal detachment. *Doc Ophthalmol* 2000; *100*: 17-25
49. Laqua H, Honnicke K. Ist die Buckelchirurgie noch aktuell? *Ophthalmologe* 2001 *98*: 881-885
50. Lean J. Proliferative vitreoretinopathy. *Retina and Vitreous* 1999; 1110-1121
51. Le Mer Y, Kroll P. Flüssiges Perfluorocarbon bei der Behandlung von Riesenrissen. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1991; *199*: 256-258
52. Lewis H, Aaberg M. Anterior proliferative vitreoretinopathy. *Am J Ophthalmol* 1988; *105*: 277-284
53. Lewis H, Aaberg TM, Abrams GW. Causes of failure after initial vitreoretinal surgery for proliferative vitreoretinopathy. *Am J Ophthalmol* 1991; *111*: 18-14
54. Liesehoff O, Kampik A. Risiko der Ablatio retinae bei Pseudophakie und axialer Myopie. *Ophthalmologe* 1994; *9*: 1807-810
55. Lincoff H, Kreissig I. Extraocular repeat surgery of retinal detachment. *Ophthalmology* 1996; *103*: 1586-1592
56. Lucke KH, Foerster MH, Laqua H. Long- term results of vitrectomy and silicone oil in 500 cases of complicated retinal detachment. *Am J Ophthalmol* 1987; *104*: 624-633
57. Machemer R. Die Entwicklung der Pars-plana-Vitrektomie. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1995; *207*: 147-161
58. Mangouritsas G, Rothbächer H, Heidenkummer P, Kampik M. Risikofaktoren für operative Mißerfolge bei rhegmatogener Netzhautablösung. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 1995; *206*: 20-28
59. Nagasaki H, Shinagawa K, Mochizuki M. Risk factors for proliferative vitreoretinopathy. *Prog Ret Eye Res* 1998; *1*: 77-98
60. Oshima Y, Emi K, Motokura M, Yamanishi S. Survey of surgical indications and results of primary pars plana vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment. *Jpn J Ophthalmol* 1999; *43*: 120-126

61. Oshima Y, Yamanishi S, Sawa M. Two-year follow-up study comparing primary vitrectomy with scleral buckling for macula-off rhegmatogenous retinal detachment. *Jpn J Ophthalmol* 2000; 44: 538-549
62. Regillo D, Benson W. Retinal Detachment. Diagnosis and Managment. Lippincott- Raven 1998
63. Reim M. Augenheilkunde. Stuttgart. Ferdinand Enke Verlag 1993
64. Richardson EC, Verma S et al. Primary vitrectomy for rhegmatogenous retinal detachment : an analysis of failure. *Eur J Ophthalmol* 2000; 10: 160-166
65. Roider J, Hoerauf H, Hager A, Herboth T, Laqua H. Konventionelle Ablatiochirurgie oder primäre Vitrektomie bei komplizierten Lochsituationen. *Ophthalmologie* 2001; 98: 887-891
66. Sachsenweger M. Augenheilkunde. Stuttgart, Hyppokrates Verlag 1994
67. Schepens C, Hartnett M, Hirose L. Schepen's Retinal Detachment and allied Diseases. Butterwoth, Heinemann 2000.
68. Schmidt Thews. Anatomie des Menschen. Stuttgart, Thieme Verlag 1994
69. Scott JD. Future perspectives in primary retinal detachment repair. *Eye* 2002; 16: 349-352
70. Scott I, Flynn H, Lai MY, Chang S. First operation anatomic success and other predictors of postoperative vision after vitrectomy and silicone oil tamponade. *Am J Ophtalmol* 2000; 130: 745-750
71. Senn P, Schmid MK et al. Primäre Pars- Plana- Vitrektomie zur Behandlung der Pseudophakieamotio- eine retrospektive Studie über 129 Fälle. *Kl Monatsbl Augenheilkd* 2002; 219: 226-30
72. Speicher M, Fu A et al. Primary vitrectomy alone for repair of retinal detachments following cataract surgery. *Retina* 2000; 20: 459-464
73. Spiegel D, Nasemann J, Nawrocki T, Gabel VP. Severe ocular trauma managed with primary pars plana vitrectomy and silicone oil. *Retina* 1997; 17: 275-285
74. Stirpe M, Heimann K. Vitreous changes and retinal detachment in highly myopic eyes. *Eur J Ophthalmol* 1996; 6: 50-58
75. Thelen U, Gerding H, Clemens S. Rhegmatogene Netzhautablösungen. Saisonale Variation der Häufigkeit. *Ophthalmologie* 1997; 94: 638-341

-
76. The Retina Society Terminology Committee. The classification of retinal detachment with proliferative vitreoretinopathy. *Ophthalmologica* 1983; *90*: 121-125
77. Van Tricht V, Zivojnovic R, Zeyen T, Van der Auwera J, Claes C. Conventional retinal detachment surgery: technique, complications and results. *Bull Soc Belge Ophthalmol* 1998; *270*: 39-43
78. Velikay M. Neue Aspekte in der Behandlung der rhegmatogenen proliferativen Vitreoretinopathie. *Spektrum der Augenheilkd* 1995, *Suppl 10*
79. Wiedemann P, Leinung C, Hilgers RD, Heimann K. Daunomycin und Silikonöl bei der Behandlung der proliferativen Vitreoretinopathie. *Fortschr Ophthalmol* 1991; *88*: 613-615
80. Wiegand W, Dettki D, Kroll P. Mißerfolge bei primärer Ablatio-Operation mit Cerclage. *Ophthalmologe* 1994; *913*: 19-321
81. Wilkinson CP. Wanted: Optimal data regarding surgery for retinal detachment. *Retina* 1998; *18*: 199-201
82. Wilkinson C, Rice T. Michaels Retinal Detachment. Second Edition. Mosby 1998
83. Yoshika A, Ogasawara H, Jalkh A, Sanders R. Retinal detachment after cataract surgery. *Ophthalmology* 1992; *99*: 460-465

Verzeichnis akademischen Lehrer

Philipps- Universität Marburg

Arnold:	Innere Medizin I und II
Basler:	Medizinische Psychologie
Baum:	Berufsfelderkundung, Allgemeinmedizin
Beato:	Biochemie
Christiansen:	Pädiatrie
Daut:	Physiologie
Engel:	Ökologisches Stoffgebiet
Fruhstorfer:	Physiologie
Fuhrmann:	Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie
Geus:	Medizinische Terminologie
Gotzen:	Chirurgie, Notfallmedizin und Erste Hilfe
Gressner:	Klinische Chemie und Hämatologie
Griss:	Orthopädie
Habermehl:	Radiologie und Strahlenschutz
Happle:	Dermatologie
Kälble :	Urologie
Kern:	Biologie für Mediziner
Klenk:	Mikrobiologie und Immunologie
Krieg:	Psychiatrie und Psychotherapie
Kroll:	Augenheilkunde
Lennartz:	Notfallmedizin und Anästhesie
Oertel:	Neurologische Untersuchung, Neurologie, Neuroradiologie, Neurochirurgie
Remschmidt:	Psychiatrie des Kinder- und Jugendalters
Schachtschabel:	Biochemie
Schäfer:	Biomathematik
Schulz:	Frauenheilkunde und Geburtshilfe
Seifart:	Klinische Untersuchung, Einführung in die klinische Medizin
Steiniger:	Makroskopische und makroskopische Anatomie
Stinner:	Chirurgie I und II

Schweigerer: Pädiatrie

Thomas: Allgemeine und spezielle Pathologie

Werner: Hals-, Nasen-, Ohrenheilkunde

Universität zu Köln (Praktisches Jahr)

1. Tertial: Lehmkuhl: Kinder- und Jugendpsychiatrie

3. Tertial: Krone: Innere Medizin

University of Malta (Praktisches Jahr)

2. Tertial: LaFerla: Chirurgie

DANKSAGUNG

Herrn Professor Dr. med. P. Kroll, dem Direktor des Medizinischen Zentrums für Augenheilkunde der Philipps- Universität Marburg, danke ich für die Einführung in das Fach Augenheilkunde und die freundliche Überlassung des Themas. Für seine stetige, wohlwollende und konstruktive Hilfestellung bin ich ihm zu großem Dank verpflichtet.

Mein besonderer Dank gilt Herrn Dr. med. J.Schmidt für sein großes Engagement bei der Betreuung und Verwirklichung dieser Arbeit.

Den Mitarbeitern der Augenklinik Marburg danke ich für die gute Zusammenarbeit.

An dieser Stelle danke ich auch meiner Familie für ihre Geduld und Unterstützung.